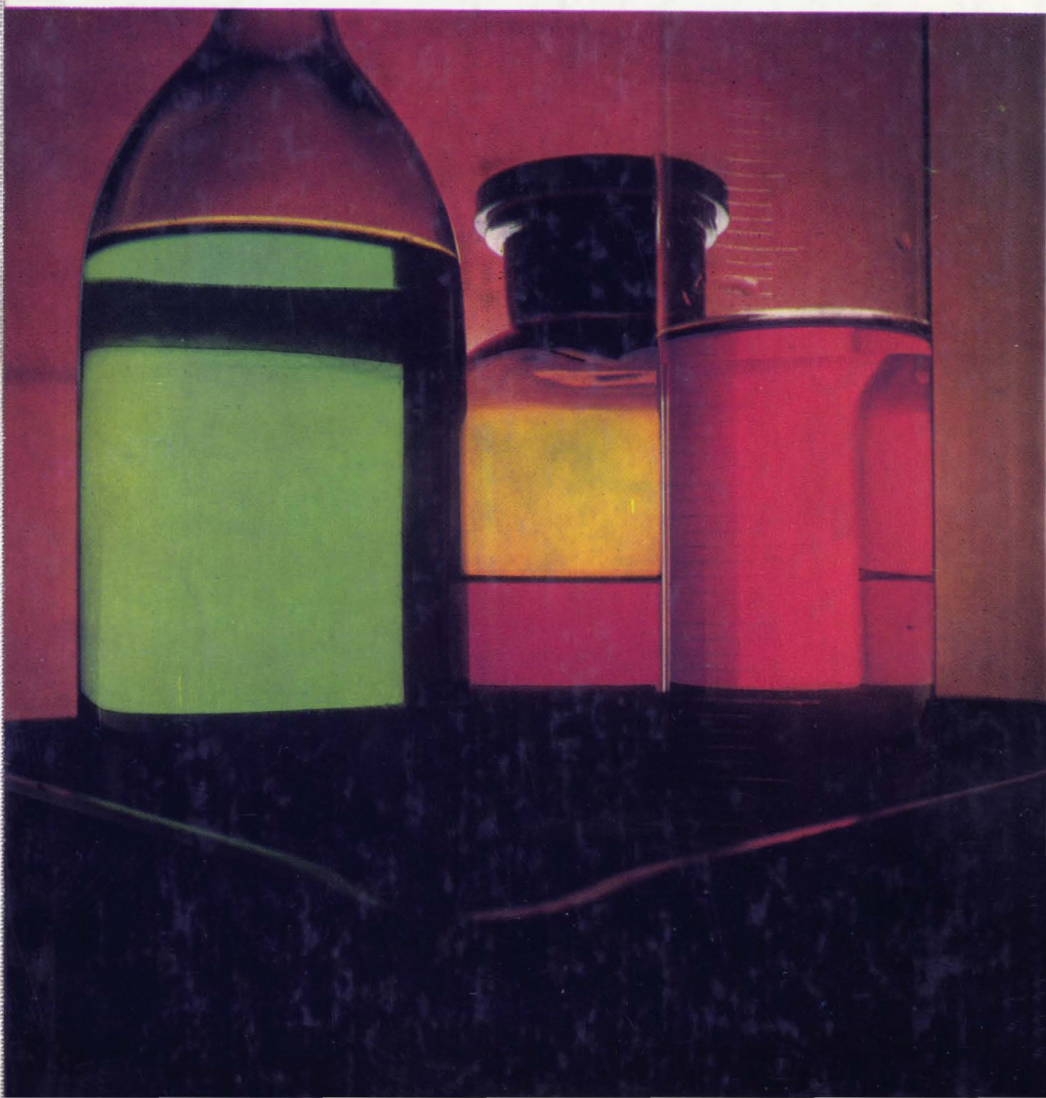


FINESSEN IM FOTOLABOR

Werner Wunderlich





WERNER WUNDERLICH

Finessen im Fotolabor

2., neubearbeitete und
erweiterte Auflage

VEB FOTOKINOVERLAG LEIPZIG

© VEB Fotokinoverlag Leipzig 1978
2., Neub. u. erw. Auflage - 8.-19. Tausend
Lizenz-Nr.: 110-210/319/78
LSV 9169
Lektor: Hanns Rolf Monse
Einbandfoto: Joachim Jansong
Printed in GDR
Satz und Druck: Druckhaus Freiheit Halle
Bestellnummer: 546 393 0
DDR 8,70 M

Hinweise zur Benutzung

*Man kann manches, vieles, alles
auch ganz anders machen!*

Eine schöpferische Anwendung der in diesem Buch dargestellten Verfahren, der beschriebenen Materialien und der mitgeteilten Rezepte setzt Grundkenntnisse und praktische Erfahrungen in der Dunkelkammerarbeit voraus. Dieses Buch ist kein Lehrbuch, sondern eine gedrängte Darstellung von Fakten, Daten und Problemlösungen aus der Praxis für die Praxis.

Die Chemikalien sind mit den Namen nach der Genfer Nomenklatur bezeichnet, die heute in der Wissenschaft und im Unterricht ausschließlich benutzt werden.

Eine Vergleichstabelle für Chemikalienbezeichnungen findet der Leser im Tabellenteil.

Zur Platzersparnis wurden in den Rezepten die Angaben über den Gehalt an Kristallwasser bei den Chemikalien weggelassen und nur dann die Bezeichnungen „wasserfrei“ oder „kristallisiert“ zugesetzt, wenn Irrtümer möglich sind.

Bei *Natriumkarbonat* und *Natriumsulfat* ist stets die für die wasserfreie, bei *Natriumsulfat* die für die getrocknete und bei *Natriumthiosulfat* die für die kristallwasserhaltige Substanz geltende Menge angegeben.

Über die wichtigsten Handelssorten der Chemikalien gibt die Chemikalienliste im Anhang Auskunft. Es wurden nur solche Rezepte aufgenommen, für die die Chemikalien im allgemeinen auch vom Amateur beschafft werden können.

Der Bezug von Chemikalien kann jedoch

weder vom Verlag noch vom Autor vermittelt werden. Einzelne Chemikalien können auch den Orwo-Verkaufspackungen entnommen werden. Einige Hinweise dazu werden an entsprechender Stelle des Buches gegeben.

Für die mit dem Zusatz „DAB 7“ gekennzeichneten Chemikalien gelten die im „Deutschen Arzneibuch, 7. Auflage“ festgelegten Forderungen. Sie sind ausnahmslos für fotografische Zwecke verwendbar.

Angegebene Gamma- und g-Werte sind als Mittelwerte zu verstehen. Gradationskurven wurden als mittlere Kurve des in der Praxis vorkommenden Toleranzbereiches gezeichnet. Das gilt auch für die Gamma-Zeit-Kurven. Die Achse für $\lg H$ ist bei den Gradationskurven nicht skaliert, sondern nur logarithmisch unterteilt. Rückschlüsse auf die Empfindlichkeit des Materials können daher nicht vorgenommen werden.

Es ist zweckmäßig, das Buch einmal ganz durchzulesen, bevor man Auskünfte zu speziellen Problemen sucht.

Möge das Buch ein gern benutzter Ratgeber im Amateur- und Kleinlabor werden und zu vielen neuen Ideen für Problemlösungen inspirieren!

Werner Wunderlich

	Seite		Seite
Hinweise zur Benutzung	5	2.4.6. Entwickler für Fotopapiere	39
1. Rationalisierung im Amateur- und Kleinlabor	9	2.4.7. Eine Entwickler-Hausapotheke ..	40
1.1. Fließstrecke bei der Negativbearbeitung	9	3. Technologie der Schnellentwicklung	45
1.2. Fließstrecke bei der Positivbearbeitung	10	3.1. Entwicklung von Platten und Filmen	45
1.3. Standardisierung	10	3.2. Entwicklung von Fotopapier ...	47
2. Eigenschaften und Verwendung von Entwicklern	11	4. Entwicklung in getrennten Lösungen	49
2.1. Zur Wahl des Entwicklers	11	5. Fixierentwicklung	54
2.2. Ausgleichs-Feinkorn- und Feinstkornentwickler	14	6. Desensibilisierung	59
2.3. Spezialentwickler und deren Verwendung	22	7. Unterbrechen der Entwicklung	61
2.3.1. Das Orwo-Entwickler-Konzentrat A 87	22	8. Rationelles Fixieren	63
2.3.2. Der Orwo-Repro-Entwickler A 71	25	9. Härten der Schicht	73
2.3.3. Entwickler für Fotopapiere	29	9.1. Härten vor dem Fixieren	73
2.4. Entwicklerrezepte für den Selbstansatz	31	9.2. Härten während des Fixierens ..	73
2.4.1. Entwickler zum Ausgleich hoher Objektkontraste	31	9.3. Härten nach dem Fixieren	75
2.4.2. Reproentwickler	32	10. Bleichen des Silberbildes	77
2.4.3. Entwickler für Dokumenten- und Positivfilme	34	10.1. Zusammensetzung der Bleichbäder	77
2.4.4. Kräftig arbeitende Negativentwickler	36	10.2. Verwendung der Bleichbäder ..	77
2.4.5. Entwickler für maximale Empfindlichkeitsausnutzung ...	38	10.3. Rezepte für Bleichbäder	78
		10.4. Klärbäder	80
		11. Technologie der Umkehrentwicklung	81
		11.1. Arbeitsschritte bei der Umkehrentwicklung	81

	Seite		Seite		
11.2.	Ermitteln technologischer Daten für die Umkehrentwicklung	82	13.2.	Verstärkung durch Umentwicklung	101
11.3.	Umkehrentwicklung von Halbtonbildern	83	13.3.	Optische Verstärkung	102
11.3.1.	Halbtonbilder als Endprodukte	83	14.	Tönen des Silberbildes	105
11.3.2.	Halbtonbilder als Zwischenprodukte	85	14.1.	Allgemeine Hinweise	105
11.4.	Umkehrentwicklung von Strichreproduktionen	87	14.2.	Indirekte Schwefeltonung	105
			14.3.	Metallsalztönung	106
12.	Abschwächen und Klären	90	15.	Messen und Prüfen	108
12.1.	Nomenklatur der Abschwächer	90	15.1.	Masse und Volumen	108
12.2.	Subtraktive Abschwächer	90	15.2.	Messen des pH-Wertes	108
12.3.	Abschwächer nach Farmer und dessen Modifikationen	91	15.3.	Prüfen der Bäder	110
12.3.1.	Allgemeines	91	15.3.1.	Entwickler	110
12.3.2.	Einbad-Abschwächer	92	15.3.2.	Unterbrecher	112
12.3.3.	Zweibad-Abschwächer	92	15.3.3.	Fixierbäder	112
12.4.	Proportionale Abschwächer . . .	92	15.4.	Prüfen des Wassers	113
12.5.	Superproportionale Abschwächung	94	15.5.	Prüfen des Auswässerungsgrades von Papieren	114
12.6.	Holokopie und deren Varianten	99	15.6.	Gradationsmessung mit dem Stufenkeil	114
12.7.	Chromogene Entwicklung	100	15.7.	Prüfen mit Farb- und Grautafeln	117
13.	Verstärken des Silberbildes . .	101	16.	Tabellen	119
13.1.	Methoden der Verstärkung	101	17.	Sachwortverzeichnis	128

1. Rationalisierung im Amateur- und Kleinlabor

1.1. Fließstrecke bei der Negativbearbeitung

Kein Amateur- oder Kleinlabor gleicht dem anderen. Doch trotz der unterschiedlichen Einrichtung nach individuellen Wünschen und Möglichkeiten lassen sich für die rationelle Gestaltung der Arbeitsgänge einige allgemeingültige Hinweise geben.

Im allgemeinen werden in diesen Labors hauptsächlich Kleinbild- oder Rollfilme zu bearbeiten sein. Für das Entwickeln der Filme kann man sich eine Fließstrecke einrichten, wobei möglichst fünf bis sechs Filme – entsprechend der Ausnutzungsgrenze des Entwicklerbades – in einem Arbeitsgang bearbeitet werden. Dazu braucht man drei Entwicklungsdosen mit fünf bis sechs Einsätzen, zeitlich aufeinander abgestimmte Behandlungsbäder und die Möglichkeit des schnellen Wechsels der Raumbeleuchtung. In der ersten Dose befindet sich das Entwicklerbad, in der zweiten das Stoppbad und in der dritten das Fixierbad. Ferner sollte unbedingt die Möglichkeit des Wässerns in fließendem Wasser bestehen.

Für das Stoppbad und das Fixierbad können auch billige kleine Emaillekochtöpfe verwendet werden, in die der Doseneinsatz gerade hineinpaßt. Dann braucht man nur noch für die Entwicklung eine Entwicklungsdose, während alle folgenden Bäder sich in diesen Emailletöpfen befinden.

Nach dem Entwickeln wird dann der Doseneinsatz im Dunkeln in das Unterbrecherbad gegeben. Nach der für das Unterbrecherbad

üblichen Zeit kann man dann helles Glühlampenlicht einschalten und den Badwechsel zum Fixierbad vornehmen.

Auch das Fixieren kann bei hellem Glühlampenlicht geschehen. Dem Film kann das helle Licht keineswegs mehr schaden. Man spart dabei auch Zeit, da man für jeden Film leicht die Klärzeit feststellen kann. Nach der bekannten Regel, daß die Fixierzeit doppelt so lang sein soll wie die Klärzeit, kann man so jeden Film rationell fixieren.

Zeitbestimmend für die Fließstrecke ist im allgemeinen die Behandlungsdauer im Entwicklungsbad. Dauert sie 10 min oder länger, dann kann man ein normales Fixierbad (z. B. Orwo A 300) verwenden. Bei kürzeren Entwicklungszeiten sind Schnellfixierbäder (z. B. Orwo A 304) oder Expreßfixierer (z. B. Orwo A 324) erforderlich. Damit wird folgender Arbeitsgang möglich.

Die (angenommenen) fünf Filme wandern nacheinander von einer Dose zur nächsten. Der zweite Film kommt in das Entwicklungsbad, wenn der erste in das Fixierbad eingebracht worden ist, der dritte dann, wenn sich der erste im Wässerungsbad und der zweite im Fixierbad befindet usw. Zur Kontrolle der Entwicklungszeiten sind Kurzzeitwecker zweckmäßig.

Solange sich die Filme in den Dosen befinden und nicht gerade ein neuer Film in den Einsatz gespult wird, kann man helles Dunkelkammerlicht (mit dem Orwo-Filter Nr. 112) einschalten. Ungefiltertes Licht mei-

det man besser zur Schonung der Augen und der Nerven. Die Pausen sind ohnehin recht kurz.

Trocknet man die Doseneinsätze im Luftstrom eines Tischventilators, dann können sie schon nach wenigen Minuten erneut verwendet werden.

Auch für die Bearbeitung von Planfilmen kann man eine Fließstrecke einrichten. Für die Entwicklung benutzt man eine größere Schale, die durch eingeklebte Kunststoffstege in vier bis sechs Fächer des zu bearbeitenden Filmformats unterteilt ist. Die mit Entwickler gefüllten Fächer werden im Abstand von 2 min mit je einem Film beschickt.

Man kann auch mehrere kleine Schalen auf einer Kunststoffplatte mit Hilfe von Haftmagneten befestigen. Dazu werden auf die Kunststoffplatte und auch auf die Unterseite der Schalen Haftmagnete mittels Epasol EP 11 aufgeklebt. An der vorderen Kante der Platte befestigt man einen Griff, um die Platte zum Bewegen des Entwicklers leicht anheben zu können.

Als Fixierbad kommt nur ein Expreßfixierer in Frage, der die Filme in 1 min ausfixiert.

1.2. Fließstrecke bei der Positivbearbeitung

Um die Vorteile einer Fließstrecke voll ausnutzen zu können, muß zumindest ein elektronischer Belichtungsmesser vorhanden sein, den man sich auch selbst bauen kann. Als Entwickler für Halbtonbilder dominieren bis zur Erschöpfung konstant arbeitende Entwickler (z. B. Orwo N 113).

Badtemperaturen um 24 °C bringen einen oft recht erheblichen Zeitgewinn. Zu empfehlen ist auch der Schnellentwickler Orwo A 37. Für die Rückvergrößerung größerer Mengen von Strichreproduktionen (Lese-filme) hat sich die Entwicklung in getrennten Lösungen (s. Kap. 4) sehr gut bewährt. Als Fixierbäder verwendet man dann nur Schnell- oder Expreßfixierer.

Im allgemeinen wird man nach dem Belichten des Papiers sofort entwickeln. Das erste Blatt soll dann das Fixierbad verlassen können, wenn das zweite sich im Stopfbad befindet.

1.3. Standardisierung

Eine gut durchdachte hauseigene Standardisierung wirkt sich entscheidend auf die Rationalisierung im Amateur- und Kleinelabor aus. Standardisierung heißt Festlegung von Materialeinsatz und Arbeitsgängen zur Herstellung eines bestimmten Zwischen- oder Endproduktes.

Um zu standardisierten Technologien zu kommen, muß man Versuche durchführen. Sie sind vorher sorgfältig zu planen und vorzubereiten. Dazu gehört auch das Studium der Fachliteratur. Ohne den Einsatz meßtechnischer Hilfsmittel wird man kaum erfolgreich experimentieren können. Zumindest braucht man als definiertes und stets gleichbleibendes „Ersatzmotiv“ eine Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8 und einen transparenten Stufenkeil, den man sich notfalls selbst anfertigen kann. Auch die Orwo-Stufen-Farbentafel sollte nicht fehlen.

Über alle Versuche – wie auch über alle Arbeiten, die nicht zu den Routineverfahren gehören – muß so detailliert Buch geführt werden, daß sie jederzeit nach diesen Aufzeichnungen wiederholbar sind. Alle Versuche sollten zum Ziel haben, eine praxisnahe Technologie zu erarbeiten, die möglichst jahrelang anwendbar ist.

Der weitaus größte Teil aller Arbeiten ist mit den konfektionierten Fotochemikalien ausführbar, wenn man sie sinnvoll anzuwenden versteht. Bei Rezepten für den Selbstansatz gilt es, unter den vielen für einen Zweck möglichen Varianten die für die eigene Praxis optimale zu finden und dann auch beizubehalten.

2. Eigenschaften und Verwendung von Entwicklern

2.1. Zur Wahl des Entwicklers

Für die Wahl des Entwicklers gibt es zwei Wege der Entscheidungsfindung. Bei konfektionierten Entwicklern und bei Rezepten für den Selbstansatz kann man davon ausgehen, für welchen Zweck oder für welches Anwendungsgebiet der Hersteller des Entwicklers oder der Autor des Rezeptes den Entwickler in der Gebrauchsanleitung empfehlen. Bei allen Standardaufgaben ist die Sicherheit, zu einem guten Ergebnis zu gelangen, recht hoch. Sehr gering sind dagegen die Möglichkeiten, neue Probleme zu erkennen oder bei erkannten Problemen eine optimale Lösung zu finden.

Man kann aber auch vom Problem ausgehen und mit Hilfe bekannter technischer Kriterien die optimale Lösung ermitteln. Dabei wird der eigene und der durch die Literatur vermittelte Erfahrungsschatz genutzt. Dieser zweite Weg schließt den ersten ein. Er bietet den Vorteil, daß die Wahrscheinlichkeit der Problemfindung und die Möglichkeit, bei erkannten Problemen eine optimale Lösung zu finden, wesentlich größer sind. Er verlangt allerdings ein wesentlich größeres Wissen.

Grundsätzlich sind folgende Elemente zu berücksichtigen: Das zu verwendende oder verwandte Aufnahmematerial, die technischen Merkmale des aufzunehmenden oder aufzunehmenden Motivs, die technologischen Bedingungen des Entwicklungsprozesses (Temperatur, Schalen-, Dosen- oder Tank-

entwicklung, zur Verfügung stehende Zeit, Menge des zu verarbeitenden Materials, ökonomische Faktoren usw.) und die technischen Forderungen an das Endergebnis des Entwicklungsprozesses. Im Positivprozeß tritt an die Stelle des Aufnahmematerials das Kopier- bzw. Vergrößerungsmaterial und an die Stelle des Motivs das Negativ.

Das Endergebnis des fotografischen Prozesses ist das Bild, das ein Durchsichts- oder Aufsichtsbild sein kann. Die an das Bild gestellten technischen Forderungen bestimmen aber keineswegs definitiv die technischen Parameter eines einzelnen Gliedes der technologischen Kette, also auch nicht die des Entwicklers oder der Entwickler im Negativ-Positiv-Prozeß. Das breite Sortiment der heute zur Verfügung stehenden fotografischen Materialien einschließlich der Chemikalien erlaubt fast für jeden Einzelfall eine große Zahl von Variationen des technologischen Prozesses von der Aufnahme bis zum fertigen Bild. Sie sind am größten vor der Entscheidung für ein bestimmtes Aufnahmematerial und nehmen im Verlauf des fotografischen Prozesses ständig an Zahl ab.

Man kann nun einmal so vorgehen, daß man sich bei einem bestimmten Motiv oder einer Motivgruppe für ein Aufnahmematerial entscheidet, dann die Entscheidung für den Entwickler trifft und jeweils nach dem erzielten Ergebnis von Kettenglied zu Kettenglied eine neue Entscheidung trifft. Die so erarbeitete Technologie kann man dann für

weitere Arbeitsvorhaben gleicher oder ähnlicher Art beibehalten und damit zu einer gewissen „hauseigenen“ Standardisierung kommen. Man kann sie aber auch je nach den gemachten Erfahrungen noch verändern, bis man glaubt, ein Optimum gefunden zu haben. Je kleiner die Zahl der aufzunehmenden Motivgruppen ist, desto kleiner wird auch die Zahl der schließlich standardisierten Technologien sein. Durch gewisse Kompromisse ist es sogar möglich, daß ein Amateur mit einigem Geschick zu einer einzigen Technologie kommt, mit der er befriedigende Ergebnisse erzielt.

Für die Wahl des Negativentwicklers werden dann folgende Kriterien gelten: Ständige Verfügbarkeit bei garantiert gleichbleibenden Eigenschaften, die Kontrollen unnötig machen, optimale Anpassung an das handelsübliche Negativ- bzw. Positivmaterial, lange Haltbarkeit entweder der Vorratslösung oder der Gebrauchslösung und unkomplizierter Ansatz. Damit sind die Entscheidungsmöglichkeiten auf die konfektionierten Entwickler eingengt, so daß nur noch zwischen diesen eine Entscheidung zu treffen ist.

Ist der Rahmen möglicher Arbeitsvorhaben jedoch wesentlich weiter gespannt, dann ist eine andere Methode der Problemlösung anzuwenden. Zweckmäßig ist zunächst eine Klassifizierung der Arbeitsvorhaben, die nach technologischen Gesichtspunkten vorgenommen werden kann. Es könnten beispielsweise folgende Gruppen gebildet werden: Halbtonaufnahmen (eventuell unterteilt in Porträts, Aktaufnahmen bei natürlichem und künstlichem Licht, Landschaftsaufnahmen, Architekturaufnahmen, Sachaufnahmen usw.), Halbtonreproduktionen, Strichreproduktionen, Aufnahmen in den Grenzbereichen des sichtbaren Lichtes (Infrarot- und Ultravioletttaufnahmen), Aufnahmen mit polarisiertem Licht und Astroaufnahmen. Diese Aufzählung ist natürlich unvollständig, und die Gruppenbildung könnte vielleicht auch in anderer Weise vorgenommen werden. Für jede der gebildeten Gruppen kann nun eine spezielle Technologie ausgearbeitet werden.

Es wird aber auch möglich sein, für einzelne Gruppen eine gemeinsame Technologie zu entwickeln. Bei der Ausarbeitung dieser Technologien sollte man jedoch nicht unbe-

dingt immer vom Aufnahmematerial ausgehen. Oft besteht nämlich die Möglichkeit, verschiedene Aufnahmematerialien einzusetzen. Das setzt jedoch stets voraus, daß Aufnahmematerial und Entwickler aufeinander abgestimmt werden.

Natürlich werden die Eigenschaften des Motivs und die geforderten technischen Merkmale des Endergebnisses die Wahlmöglichkeiten für das Aufnahmematerial und den Entwickler einengen. Man muß also sämtliche Kettenglieder des technologischen Prozesses bedenken und aufeinander abstimmen. Dennoch wird es viele Variationsmöglichkeiten geben, wie man auch Möglichkeiten der Standardisierung finden wird, die aber keineswegs starr zu sein braucht. Sogar Entscheidungen von Fall zu Fall (etwa aus ökonomischen Gründen) sind in der Weise möglich, daß Elemente der einen Technologie zeitweilig in eine andere Technologie übernommen werden.

Wenn beispielsweise nach einigen Strichreproduktionen, für die standardgemäß der Orwo-Repro-Entwickler A 71 verwendet, jedoch nicht voll ausgenutzt wurde, Positive von Halbtonaufnahmen angefertigt werden sollen und kein fertig angesetzter Papierentwickler bereitsteht, dann kann man ohne weiteres zunächst den Orwo A 71 für die Papierentwicklung bis zur Erschöpfung verwenden. Ein Element der einen Technologie (Entwickeln von Negativen mit Strichrepros) wird hier also aus ökonomischen Gründen in eine andere Technologie (Entwickeln von Vergrößerungen von Halbtonaufnahmen) übernommen. Möglich wurde diese Entscheidung durch das Wissen darüber, daß der Orwo A 71 die für die andere Technologie geforderten Eigenschaften besitzt.

Das Wissen um die Eigenschaften sowohl des lichtempfindlichen Materials wie auch der des Entwicklers ist also die Voraussetzung für eine optimale Problemlösung. Material und Entwickler müssen dabei stets – wie gesagt – im Zusammenhang betrachtet werden.

Die in den folgenden Abschnitten vorgenommene Einteilung der Entwickler nach Kategorien ist daher nicht als starres Schema zu betrachten. Ein bestimmter Entwickler könnte durchaus – je nach dem zu entwickelnden Material und dem angestrebten Ziel – in verschiedenen Abschnitten be-

handelt werden. Für die Wahl eines Entwicklers für Fotopapiere werden eine ganze Reihe von Faktoren eine Rolle spielen, die außerdem je nach der Aufgabenstellung oder der angewandten Technologie einen unterschiedlichen Stellenwert besitzen können.

Zweifellos ist der Ansatz von Entwicklern aus Flüssigkeitskonzentraten am bequemsten. Danach folgt der Ansatz aus konfektionierten Festsubstanzen und schließlich der Ansatz nach Rezept. Die Rangordnung nach der Bequemlichkeit des Ansatzes kann jedoch von untergeordneter Bedeutung oder gar gegenstandslos werden, wenn beispielsweise

a) ein konfektionierter Entwickler mit Festsubstanzen die für eine bestimmte Aufgabenstellung erforderlichen Eigenschaften besitzt, die die im Handel befindlichen konfektionierten Flüssigkonzentrate nicht aufweisen,

b) bestimmte Eigenschaften des Entwicklers gefordert werden, die die im Handel befindlichen konfektionierten Entwickler nicht besitzen,

c) Eigenschaften konfektionierter Entwickler, die einen höheren Preis bedingen, für eine bestimmte Aufgabe ohne Bedeutung sind und der Ansatz nach Rezept ökonomischer ist.

Weniger variabel im Stellenwert sind bestimmte fotochemische oder fototechnische Eigenschaften wie der Kontrast, den ein Entwickler auf dem Fotopapier hervorruft (weich, normal, kräftig, hart, sehr hart), ferner der Verarbeitungsspielraum, die erreichbare maximale Schwärzung und der erzielte Bildton.

Eigenschaften wie Haltbarkeit, Ergiebigkeit, Temperaturabhängigkeit können dagegen in ihrem Stellenwert wieder sehr variabel sein. Wenn etwa die hohe Ergiebigkeit eines Entwicklers in wenigen Stunden voll ausgenutzt wird, dann ist es völlig belanglos, ob der Entwickler eine Haltbarkeit von nur wenigen Tagen oder von mehreren Wochen besitzt. Wenn ein Amateur dagegen an mehreren aufeinanderfolgenden Wochenenden jeweils nur einige wenige Vergrößerungen anfertigen will, so fordert er vom Entwickler eine lange Haltbarkeit, während dessen Ergie-

bigkeit für ihn von untergeordneter Bedeutung ist.

Aus Rationalitätsgründen kann es manchmal auch zweckmäßig sein, einen vorhandenen und nicht ausgenutzten Entwickler für Filme, wie am Beispiel des Orwo A 71 erläutert, für die Entwicklung von Fotopapier aufzubrauchen, wenn er die dafür erforderlichen Eigenschaften besitzt.

Eine wenig beachtete Eigenschaft von Entwicklern für Fotopapiere, die jedoch häufig sehr wichtig ist, ist die Feinkörnigkeit. Wie der Film, so besitzt natürlich die lichtempfindliche Schicht des Fotopapiers ein bestimmtes Auflösungsvermögen und eine bestimmte Konturschärfe. Das Auflösungsvermögen ist zwar wesentlich höher als das Unterscheidungsvermögen des Auges des Betrachters, dennoch wird die Detailwiedergabe davon stark beeinflusst. Was nützt aber die Verwendung hochauflösender Filme bei der Aufnahme und die Anwendung von Feinstkornentwicklern beim Film, wenn nachher das Fotopapier mit einem grobkörnig arbeitenden Entwickler behandelt wird? Natürlich spielt diese Erwägung nur dann eine Rolle, wenn eine gute bis sehr gute Detailwiedergabe im Bild verlangt wird. Das ist aber sehr oft der Fall.

Im allgemeinen wird man bestrebt sein, alle Negative zum gleichen Gamma zu entwickeln. Das erlaubt eine weitgehende Rationalisierung beim Vergrößern aller Negative mit normalem Objektkontrast, da man dann stets mit der gleichen Papiersorte und dem gleichen Entwickler arbeiten kann. Ist aber einmal eine Serie von Negativen mit unterschiedlichem Gamma zu verarbeiten, dann ist es rationeller, die Papiersorte beizubehalten und verschiedene Entwickler zu verwenden, als mit einem Entwickler zu arbeiten und sich Papiere verschiedener Gradation zu beschaffen. Kleine Unterschiede in der Gradation der Negative können schon mit einem konfektionierten abstimmbaren Entwickler ausgeglichen werden. Bei größeren Unterschieden ist oft die Verwendung von Mehrfachansätzen zweckmäßiger.

Bei der Zweischalenentwicklung wird man bestrebt sein, konfektionierte Entwickler zu verwenden, weil sie die höchstmögliche Konstanz der Eigenschaften besitzen und dadurch erlauben, mit einmal gewonnenen Erfahrungswerten ständig zu arbeiten.

Es wird in der Praxis kaum zu umgehen sein, daß im Laufe der Zeit verschiedene Entwickler für Fotopapiere benutzt werden. Von jedem sollte man jedoch eine darin entwickelte Graukeil-Kopie von den benutzten Papiersorten aufbewahren und mit den erforderlichen Daten beschriften. Diese Sammlung kann sehr wichtig werden, wenn beispielsweise ein Fotoalbum oder eine Fotoserie ergänzt werden soll und nicht mehr bekannt ist, in welchem Entwickler die vorhandenen Bilder entwickelt wurden. Durch Vergleich mit den gesammelten Graukeilkopien kann man sehr schnell den Entwickler finden, der zu dem gleichen Bildton und der gleichen maximalen Schwärzung entwickelt. Unterschiede in diesen Eigenschaften machen sich nämlich hier am unangenehmsten bemerkbar.

Die lichtempfindliche Schicht des Fotopapiers ist eine Silberhalogenid-Gelatine-Schicht, die sich im Grundprinzip nicht von denen bei Filmen und Platten unterscheidet. Deshalb kann es auch keinen Entwickler geben, der sich ausschließlich für die Entwicklung von Fotopapieren eignet.

Bei der Beantwortung der Frage, ob sämtliche Filmentwickler auch für die Entwicklung von Fotopapier geeignet sind, muß man jedoch einige Einschränkungen machen. Sie betreffen vor allem den erzielbaren Bildton, die erreichbare maximale Schwärzung und die ökonomisch vertretbare Entwicklungszeit. Im allgemeinen wird man nur rapid arbeitende Entwickler für die Entwicklung von Fotopapier benutzen.

2.2. Ausgleichs-Feinkorn- und Feinstkornentwickler

Die Zahl der Rezepte für Ausgleichs-Feinkornentwickler ist außerordentlich groß. Die am häufigsten verwendeten Entwicklersubstanzen sind 4-Methylaminophenolsulfat (= Orwo M 143), Hydrochinon (= Orwo H 142), p-Hydroxyphenylglyzin (= Orwo G 141)¹, 1-Hydroxy-2,4-diaminobenzolhydrochlorid (= Orwo 140).

¹ Der für dieses Produkt vielfach benutzte Handelsname Glycin bzw. Glyzin ist nicht zu verwechseln mit dem für die Aminoäthansäure (Glykokoll), die auch als Glyzin bezeichnet wird.

Für die Ausgleichs-Feinkornwirkung ist nur die Zusammensetzung und nicht etwa eine besondere Entwicklersubstanz entscheidend. Kennzeichnend für die Rezepte der Ausgleichs-Feinkornentwickler ist ein meist hoher Gehalt an Natriumsulfit und vor allem ein niedriger pH-Wert. In manchen Rezepten findet man auch Zusätze von Silberbromid lösenden Substanzen (zum Beispiel Kaliumdisulfit, Kaliumthiocyanat und Natriumthiosulfat).

Bei konfektionierten Entwicklern wird zunehmend statt des 4-Methylaminophenolsulfats das 1-Phenyl-3-pyrazolidon (auch unter dem Handelsnamen Phenidon bekannt) verwendet.

Auch 1,4-Aminophenolhydrochlorid, das zur Herstellung hochkonzentrierter, ätzalkalischer Entwicklerlösungen benutzt wird (Orwo-Universal Entwickler R 09), wirkt bei stärkerer Verdünnung mit Wasser ausgleichend und feinkörnig.

Bei den Feinstkornentwicklern wird dagegen eine besondere Entwicklersubstanz entweder allein oder in Kombination mit anderen verwendet. Die chemisch einfachsten sind das o-Phenylendiamin und das p-Phenylendiamin.

Konfektioniert sind im Handel der Orwo-Universalentwickler R 09, der Orwo-Feinstkornentwickler A 49 und der Orwo-Negativentwickler A 03. Sie werden für die Entwicklung der Orwo-Negativfilme NP 15, NP 20 und NP 27 empfohlen.

Der Orwo A 03 wird als Maschinen-Entwickler im Großlabor eingesetzt. Er wird daher in diesem Buch nicht behandelt.

Für die Entwicklung von Kleinbildnegativen werden der Orwo R 09 hauptsächlich in der Verdünnung 1+40 und 1+100 und der Orwo A 49 unverdünnt und in der Verdünnung 1+1 benutzt.

Welchen der beiden Entwickler man benutzt, spielt im allgemeinen keine Rolle, wenn man zur Beurteilung das fertige Bild heranzieht.

Bis zu einem Vergrößerungsmaßstab von 12:1, bis zu dem Amateure zu vergrößern pflegen, lassen sich bei richtiger Belichtung und gleicher Gradation der Negative beim Positiv keine Merkmale finden, die auf die Verwendung des einen oder des anderen Entwicklers schließen lassen. Der kleinste Vergrößerungsmaßstab, bei dem Unter-

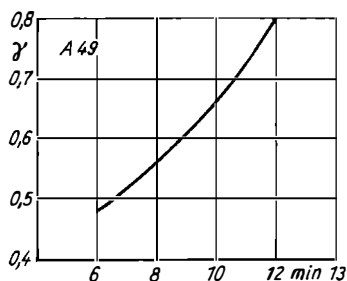


Bild 2.1. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo A 49 bei 20 °C

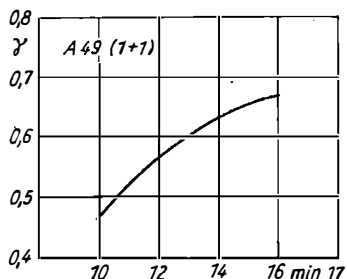


Bild 2.2. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo A 49 (1+1) bei 20 °C

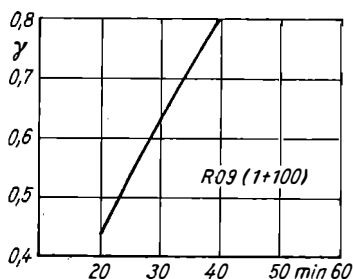


Bild 2.3. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo R 09 (1+100) bei 20 °C

schiede in den Bildern bemerkbar werden, liegt bei etwa 50:1!

Die Kriterien für die Wahl des einen oder anderen Entwicklers im Anwendungsfall können daher nur von der technologischen und ökonomischen Seite her gewonnen werden. Für die Wertigkeit dieser Kriterien lassen sich jedoch keine allgemeingültigen Aussagen machen. Das soll an einem Beispiel gezeigt werden.

Die Bilder 2.1. bis 2.3. zeigen die Gamma-Zeit-Kurven für die Entwickler Orwo A 49, A 49 (1+1) und R 09 (1+100). Es möge die Aufgabe bestehen, mehrere Kleinbilddfilme so genau wie möglich zu einem Gamma von 0,6 zu entwickeln. Aus den Bildern 2.1. bis 2.3. ist zu entnehmen, daß dafür folgende Entwicklungszeiten t_E benötigt werden:

Orwo A 49	$t_E = 9 \text{ min}$
Orwo A 49 (1+1)	$t_E = 13 \text{ min}$
Orwo R 09 (1+100)	$t_E = 28 \text{ min}$

Die Genauigkeit, mit der die Bedingung eingehalten werden kann, zu einem Gamma von 0,6 zu entwickeln, läßt sich rechnerisch so ermitteln, daß man die Zeitdifferenz etwa zwischen den Entwicklungszeiten für Gamma 0,55 und Gamma 0,65 aus den Diagrammen ermittelt. Je größer diese Zeitdifferenz ist, um so leichter kann die Bedingung erfüllt werden. Sie beträgt bei den Entwicklern

Orwo A 49:	$9,8 - 7,8 = 2 \text{ min}$
Orwo A 49 (1+1):	$15 - 11,6 = 3,4 \text{ min}$
Orwo R 09 (1+100):	$31 - 26 = 5 \text{ min}$

Am schwersten ist die Bedingung also beim unverdünnten Orwo A 49 und am leichtesten

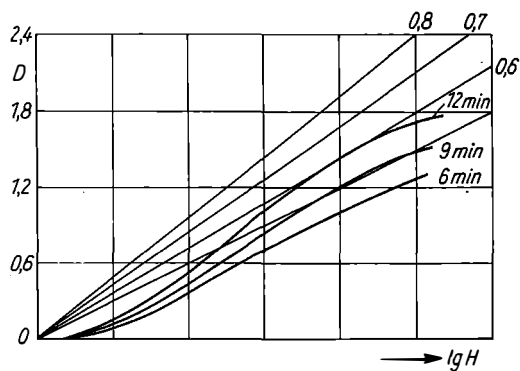


Bild 2.4. Gradationskurven für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo A 49 bei 20 °C

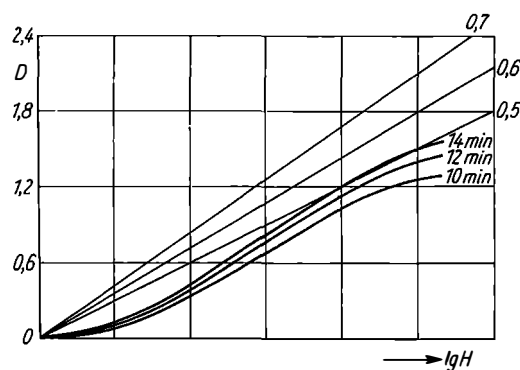


Bild 2.5. Gradationskurven für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo A 49 (1+1) bei 20 °C

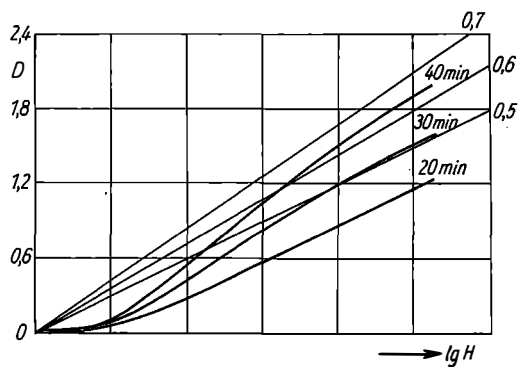


Bild 2.6. Gradationskurven für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo R 09 (1+100) bei 20 °C

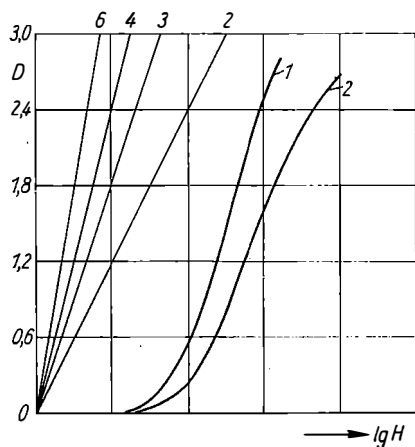


Bild 2.7. Gradationskurven des Orwo DK 5:
1) 6 min im Orwo A 49 bei 20 °C
2) 5 min im Orwo R 09 (1+40) bei 20 °C
entwickelt

beim Orwo R 09 (1+100) zu erfüllen. Allerdings muß man beim Orwo R 09 (1+100) dafür eine lange Entwicklungszeit in Kauf nehmen. Welches Kriterium wichtiger ist, die Entwicklung zu einem genauen Gammawert oder die kürzere Entwicklungszeit kann aber nur von Fall zu Fall entschieden werden.

Wenn einmal ein einzelner Kleinbildfilm schnell entwickelt werden soll und kein gebrauchsfertiger Ansatz vorhanden ist, wird der Orwo R 09 der Entwickler der Wahl sein, da die gebrauchsfertige Lösung durch Verdünnen mit temperiertem Wasser in kürzester Zeit bereitgestellt werden kann.

Wie die Gradationskurven bei der Entwicklung beispielsweise des Orwo NP 15 in den genannten Entwicklern aussehen, zeigen die Bilder 2.4. bis 2.6. für die hauptsächlich benutzten Entwicklungszeiten. Bei einem Vergleich dieser Bilder wird man feststellen, daß die Charakteristik der Gradationskurve des Orwo NP 15 bei allen Entwicklern gleich ist. Die Empfehlung, diese Entwickler für die genannten Kleinbildfilme zu verwenden, bedeutet nun nicht, daß damit die Anwendungsmöglichkeiten dieser Entwickler abgegrenzt seien. Es ist ohne weiteres möglich, sie auch zur Entwicklung von anderem Filmmaterial oder von Platten einzusetzen. Versuche in dieser Hinsicht sind sehr aufschlußreich und können zur Ausarbeitung neuer Technologien führen. Zu derartigen Versuchen sollen kurz einige Hinweise gegeben werden.

1. Für einen Entwickler wird vielfach die Regel angegeben, daß die Entwicklungszeit bei Filmen niedrigerer Empfindlichkeit proportional kürzer sein müsse als bei Filmen höherer Empfindlichkeit. Sie ist jedoch häufig genug falsch.

2. Die Versuche müssen reproduzierbare Ergebnisse und vergleichbare Daten liefern. Man braucht dazu mindestens eine Auflichts-Grauskala (z. B. Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8). Nach Möglichkeit sollte aber noch eine Durchlichts-Grauskala (z. B. Orwo-Durchlichts-Grauskala DG 15) vorhanden sein, die in einem handelsüblichen Streifenkopierrahmen auf das zu untersuchende Material aufkopiert wird.

3. Die Versuche, die über das Zusammenwirken von lichtempfindlichem Material und Entwickler Aufschluß geben sollen, sind stets mit einer größeren Zahl unterschiedlicher Entwicklungszeiten bei konstanter Temperatur durchzuführen (z. B. 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 min).

Zeigt das entwickelte Material grobes Korn oder Entwicklungsschleier, so war die Entwicklungszeit zu lang. Ist das Material ungleichmäßig entwickelt, z. B. streifig, so war die Entwicklungszeit zu kurz.

Wenn ein Amateur, der hauptsächlich Negativfilme zu entwickeln hat, zwischendurch einmal einige Zeitschriftenaufsätze auf Orwo-Dokumentenfilm DK 5 fotokopiert, dann braucht er sich deshalb keinen Reproentwickler zu kaufen oder selbst nach Rezept

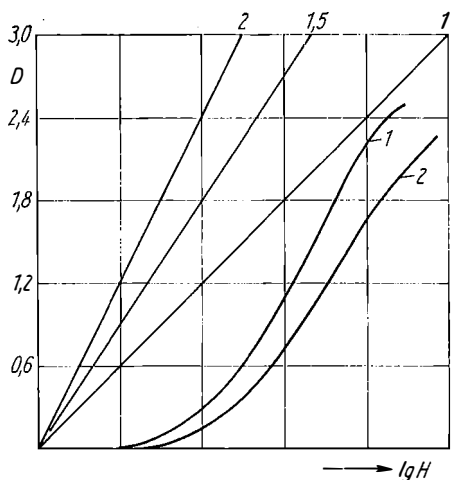


Bild 2.8. Gradationskurven des Orwo PF 2:
1) 8 min im Orwo A 49 bei 20 °C
2) 6 min im Orwo R 09 (1+40) bei 20 °C
entwickelt

Bild 2.9. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo PF 2 im Orwo R 09 (1+100) bei 20 °C

Bild 2.11. Gradationskurve des Orwo PF 2: 10 min bei 20 °C im Orwo R 09 (1+100) entwickelt

anzusetzen. Wird der Orwo DK 5 im A 49 etwa 6 min lang entwickelt, so wird mindestens ein g-Wert von 2,6 (gemessen an der Verbindungslinie zwischen den Punkten für $D = 0,3$ und $D = 1,3$) erreicht (Bild 2.7.). Auch mit dem Entwickler Orwo R 09 (1+40) ist ein sehr gutes Ergebnis zu erzielen, wie die Kurve 2 in Bild 2.7. zeigt.

Als weiteres Beispiel diene Bild 2.8., das die Gradationskurven für den Orwo-Positivfilm PF 2 bei einer Entwicklung von 8 min im A 49 und von 6 min im R 09 (1+40) zeigt. Bei der Kurve 1 beträgt der g-Wert etwa 1,6 und bei der Kurve 2 etwa 1,3. Für die Anfertigung von Zwischennegativen bei verschiedenen fotografischen Verfahren, ferner bei bestimmten Halbtonreproduktionen von unbunten Vorlagen oder auch für andere Zwecke können diese Film-Entwickler-Kombinationen gerade richtig sein.

Während nun einerseits mit dem Orwo R 09 (1+40) verhältnismäßig steile Gradationskurven zu erzielen sind, kann man mit dem R 09 in der Verdünnung 1+100 eine wesentlich flachere Gradation erreichen. Ein Beispiel dafür zeigt Bild 2.9. Hier wurde der Orwo-Positivfilm PF 2 im R 09 (1+100) bei 20 °C mit Entwicklungszeiten zwischen 10 und 20 min entwickelt. Die Gamma-Zeit-Kurve zeigt einen recht flachen Verlauf zwischen etwa Gamma 0,95 und 1,15. Das ist für einen Positivfilm eine äußerst flache Gradation, denn im allgemeinen wird der PF 2 zu einem Gamma von etwa 2...2,5 entwickelt. Es gibt aber auch Fälle, bei denen eine

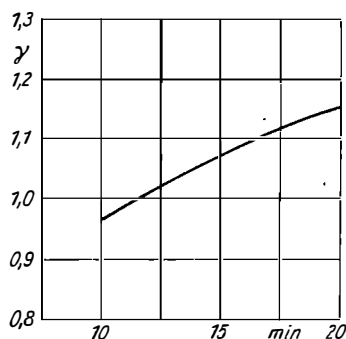
solch flache Gradationskurve durchaus erwünscht ist, und zwar speziell bei der Reproduktion von Halbtonbildern.

Bild 2.10. auf Seite 65 wurde auf diesem Wege hergestellt.

Man könnte annehmen, daß eine entsprechend niedrige Gradation auch mit dem R 09 (1+40) durch entsprechend kurze Entwicklungszeiten erzielt werden kann. Das ist jedoch nicht der Fall. Die erforderliche Entwicklungszeit würde dann nämlich außerordentlich kurz werden. Dabei ist nicht garantiert, daß der Film gleichmäßig entwickelt wird. Außerdem würde nicht die gleiche relativ hohe Schwärzung erreicht werden. Bei den verhältnismäßig langen Entwicklungszeiten, die durch die starke Verdünnung des Entwicklers bedingt sind, ist diese Gefahr jedoch ausgeschaltet. Obwohl der Orwo R 09 gegenüber anderen Entwicklern eine relativ geringe Deckkraft besitzt, können in diesem Falle immerhin noch Schwärzungen um $S = 2$ erreicht werden.

Sicher wird niemand erwarten, daß die Gradationskurve von $S = 0$ bis $S = 2$ als Gerade verläuft. Eine solche ideale Gradationskurve gibt es nicht. Bild 2.11. zeigt jedoch, daß die billigerweise zu stellenden Anforderungen an eine möglichst linear verlaufende Gradationskurve in diesem Fall weitgehend verwirklicht wird.

In der Reprotechnik ist es üblich, die Foto-technischen Filme Orwo FO 1 und Orwo FP 1 einzusetzen, wenn ein Gamma von etwa 1 erforderlich ist. Die Entwicklung erfolgt dann



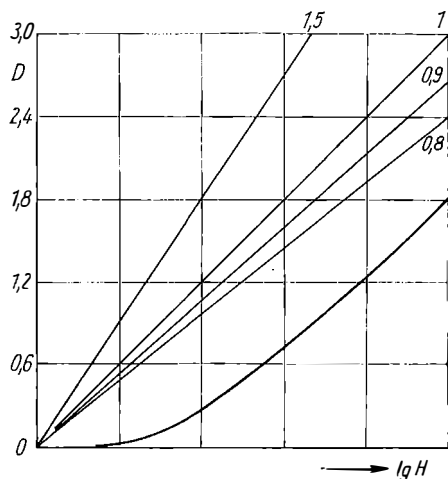
im Orwo-Reproentwickler A 71. Der lineare Bereich der Gradationskurve ist jedoch beim Orwo FO 1 geringer als beim Orwo PF 2 und nur beim Orwo FP 1 besser. Fototechnische Filme sind allerdings nur als Planfilme konfektioniert. Für das Amateur- und Kleinlabor ergibt sich bei der Verwendung des Orwo PF 2 der beachtliche Vorteil, daß mit der gewöhnlichen Kleinbildtechnik gearbeitet werden kann.

Man braucht auch bestimmte Eigenschaften der konfektionierten Entwickler nicht als unveränderlich hinzunehmen. So ist beispielsweise der Orwo R 09 (1+40) nur relativ kurze Zeit haltbar. Man kann die Haltbarkeit beträchtlich verlängern, wenn man der Gebrauchslösung etwa 50 g/l Natriumsulfid zugibt.

Dann kann sie sogar als Tankentwickler benutzt werden.

Im Verdünnungsverhältnis 1+20, das gern für die Entwicklung größerer Planfilme benutzt wird, arbeitet der R 09 so rapide, daß es schon Mühe macht, die richtige Entwicklungszeit zu treffen. In diesem Fall kann durch Zugabe von etwas Kaliumbromid die Entwicklungszeit verlängert werden, ohne daß die Arbeitsweise des Entwicklers dabei wesentlich verändert wird.

Die Entwicklungszeit wird für konfektionierte Entwickler und auch für Entwicklerrezepte für den Selbstansatz heute konventionell (von einigen Ausnahmen abgesehen, die nur die maschinelle Entwicklung betreffen) für eine Temperatur des Bades von 20 °C



angegeben. Eine solche Festlegung ist deshalb wichtig, weil bekanntlich die Arbeitsgeschwindigkeit des Entwicklers von der Temperatur abhängig ist.

Leider besteht zwischen der Arbeitsgeschwindigkeit und der Temperatur des Entwicklers kein linearer Zusammenhang. Außerdem reagieren die einzelnen Entwickler hinsichtlich ihrer Arbeitsgeschwindigkeit auch noch unterschiedlich stark auf Temperaturänderungen. Die Berechnung der erforderlichen Entwicklungszeit für andere Temperaturen als die Bezugstemperatur von 20 °C ist dadurch äußerst schwierig.

Es wurden deshalb für das Amateur- und Kleinlabor schon viele sinnreiche Konstruktionen erfunden, mit deren Hilfe die Temperatur des Entwicklers konstant gehalten werden kann. Die Temperatur von 20 °C kann mit diesen Einrichtungen aber im allgemeinen nur dann eingehalten werden, wenn die Raumtemperatur niedriger ist.

Es besteht allerdings keine zwingende Notwendigkeit, die Bezugstemperatur einzuhalten. Erfahrungsgemäß werden in der Praxis Temperaturen des Entwicklers zwischen 18 °C und 24 °C auftreten. Mit Hilfe der Diagramme Bild 2.12. bis 2.14. kann man für die Entwickler Orwo A 49, Orwo R 09 (1+40) und Orwo R 09 (1+100) leicht die erforderliche Entwicklungszeit für Badtemperaturen ermitteln, die von der Bezugstemperatur abweichen.

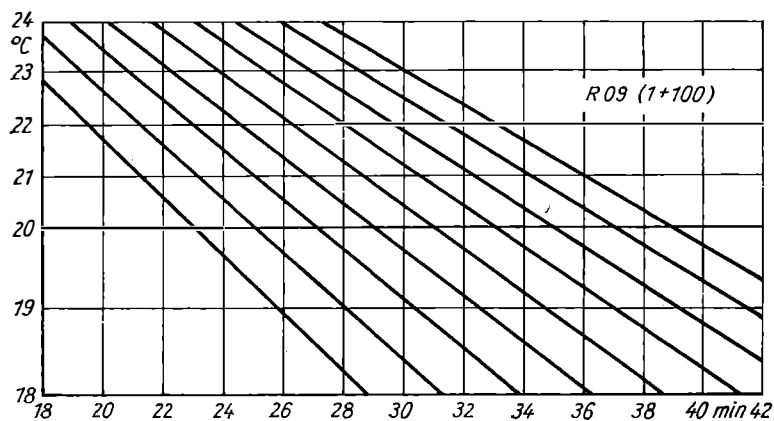
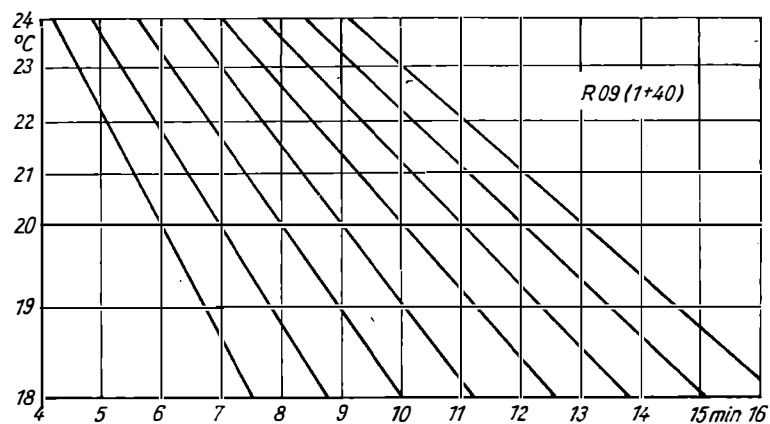
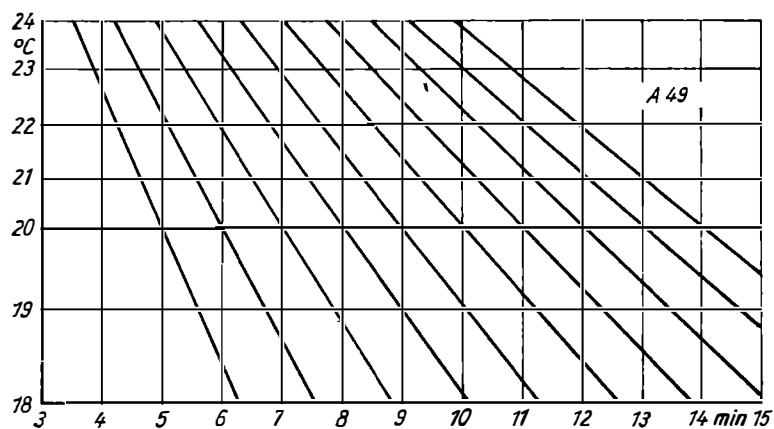
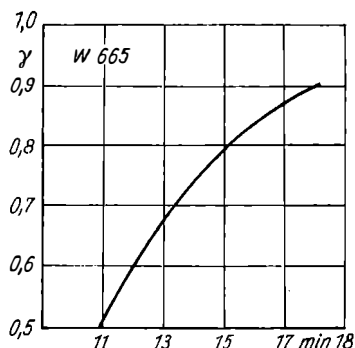


Bild 2.12. Orwo A 49. Abhängigkeit der Entwicklungszeit von der Temperatur

Bild 2.13. Orwo R 09 (1 + 40). Abhängigkeit der Entwicklungszeit von der Temperatur

Bild 2.14. Orwo R 09 (1 + 100). Abhängigkeit der Entwicklungszeit von der Temperatur

Bild 2.15. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 20 im Windisch W 665



Ablesebeispiel:

Für den Entwickler Orwo A 49 möge für einen bestimmten Zweck bei der Temperatur von 20°C eine Entwicklungszeit von 10 min richtig sein. Der Entwickler hat jedoch eine Temperatur von 22°C. Welche Entwicklungszeit ist hierbei zu wählen?

Im Diagramm Bild 2.12. geht man auf der Achse für die Entwicklungszeit vom Skalenpunkt für 10 min aus und findet senkrecht darüber die Kennlinie, die die von der Temperaturskala bei 20°C ausgehende waagerechte Linie schneidet. Diese verfolgt man weiter bis zur Waagerechten für die Temperatur von 22°C. Senkrecht darunter findet man auf der Achse für die Entwicklungszeit den Skalenpunkt 8,5 min. Er gibt die gesuchte Entwicklungszeit an.

Der Selbstansatz von Ausgleichs-Feinkorn- und Feinstkornentwicklern erscheint wenig sinnvoll. Dennoch soll hier ein Rezept für einen Feinstkornentwickler angegeben werden, der noch heute im Gespräch ist:

Windisch W 665

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	12 g
Natriumsulfit	90 g
o-Phenylendiamin	12 g
Kaliumdisulfit	10 g
Wasser bis auf	1 l

Mit diesem Entwickler wird das feinste Korn erzielt, das mit einem der allgemein bekannten Entwickler überhaupt erreichbar ist. Er ist allerdings auch relativ teuer. Man wird ihn nur bei höherempfindlichen Filmen einsetzen, wenn feinstes Korn die Hauptforderung ist. Die Entwicklungszeit beträgt bei höher empfindlichen Filmen 11 ... 13 min. Die Gamma-Zeit-Kurve für den Orwo NP 20 ist in Bild 2.15. wiedergegeben. Beim fertigen Negativ darf man sich nicht täuschen lassen, daß es verhältnismäßig dünn erscheint. Das graubraune Bildsilber deckt recht kräftig. Zur Beurteilung der Negative hält man sie besser nicht gegen das Licht, sondern über ein Stück weißes Papier, das auffallendes Licht reflektiert.

Der charakteristische Verlauf der Gradationskurve (Bild 2.16.) ist bei der Entwicklung im W 665 der gleiche wie bei der Entwicklung im Orwo A 49. Bei beiden ist der Durchhang der Kurven an der Schwelle äußerst gering. Das bedeutet, daß auch bei extremer Ausnutzung der Empfindlichkeit des Films die Schatten im Bild nicht zulaufen, sofern man auch beim Positiv einen geeigneten Entwickler (z. B. Orwo E 102) verwendet.

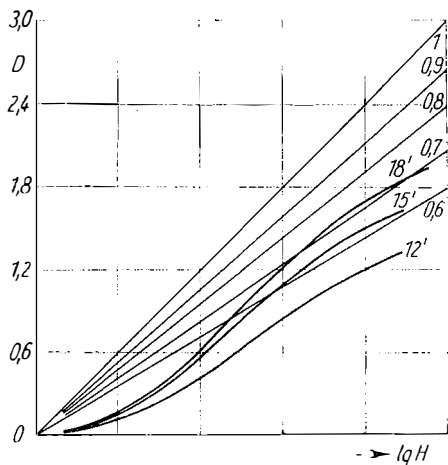


Bild 2. 16. Gradationskurven des Orwo NP 20 bei Entwicklung im Windisch W 665

Bild 2. 17. Orwo A 87. Abhängigkeit der Entwicklungszeit von der Temperatur

2.3. Spezialentwickler und deren Verwendung

2.3.1. Das Orwo-Entwickler-Konzentrat A 87

Konfektionierte flüssige Entwicklerkonzentrate sind vor allem deshalb beliebt, weil sich die Gebrauchslösungen einfach durch Verdünnen mit temperiertem Wasser bereiten lassen und sofort verwendbar sind. Vielfach ist durch das Verdünnungsverhältnis sogar der Charakter der Entwicklung beeinflussbar. Das gilt auch für das Orwo-Entwickler-Konzentrat A 87.

Der Orwo A 87 gehört an sich zu der Gruppe der kräftig arbeitenden Entwickler. Er ist daher besonders für die Entwicklung von Fototechnischen Filmen und Platten, von Dokumentenfilmen und Positivfilmen und -platten, aber auch von Fotopapieren geeignet. Je nach der gewünschten Gradation kann das Verdünnungsverhältnis zwischen 1+4 und 1+9 liegen.

Der Orwo A 87 besteht aus zwei Teilkonzentraten, die gemeinsam geliefert werden. Man verdünnt zunächst den größeren Teil A 87-1 mit der erforderlichen Menge Wasser und gibt dann eine vorgeschriebene Menge des kleinen Teils A 87-2 hinzu. Da diese Menge gering ist, entnimmt man sie dem Vorratsfläschchen am besten mit einer Pipette oder einem kleinen Stechheber, da sonst zu viel danebenläuft.

An Orten mit stark kalkhaltigem Wasser muß man das zum Verdünnen vorgesehene

Wasser 3...5 min kochen lassen und dann abkühlen oder Orwo-Kalkschutz A 901 (etwa 2 g/l Wasser) hinzugeben.

Für die Klarhaltung der Gebrauchslösungen gibt es außerdem noch den konfektionierten Orwo-Klarhalter A 910.

Die benötigten Mengen an Teilsubstanzen und Wasser für die einzelnen Verdünnungsverhältnisse sind in der Tabelle 2.1. angegeben. In den Tabellen 2.2. und 2.3. findet man die Mengenangaben für die wichtigsten Verdünnungsverhältnisse für Gebrauchsansätze für Kleinbild- und Rollfilm Dosen.

Gebrauchsansätze, die stärker als 1+5 verdünnt sind, haben nur eine begrenzte Haltbarkeit.

Um gleichbleibende Entwicklungsergebnisse zu erzielen, muß man die relativ starke Temperaturabhängigkeit des Entwicklers beachten. Sie ist im Diagramm Bild 2.17. dargestellt.

Ablesebeispiel:

Bei einer Temperatur von 20 °C möge eine Entwicklungszeit von 6 min richtig sein. Welche Entwicklungszeit ist bei einer Temperatur von 25 °C zu wählen?

Auf der Achse für die Entwicklungszeit geht man vom Skalenpunkt für 6 min aus und findet senkrecht darüber die Kennlinie, die die von der Temperaturskala bei 20 °C ausgehende waagerechte Linie schneidet. Diese verfolgt man weiter bis zur Waagerechten für die Temperatur von 25 °C. Senkrecht dar-

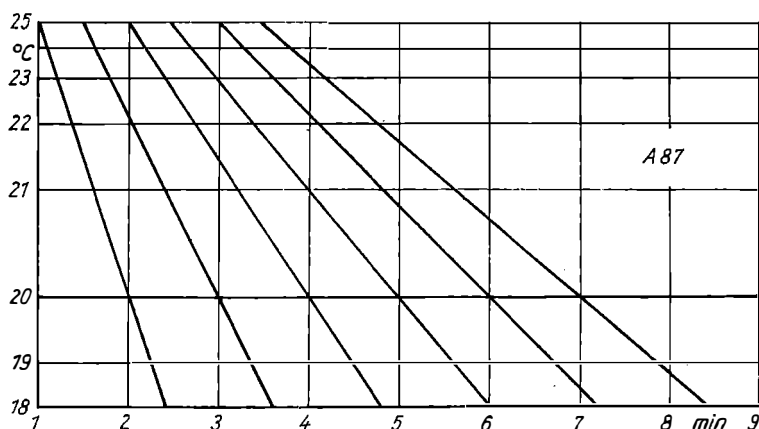


Tabelle 2.1.: Ansatz des Orwo A 87

	Verdünnung					
	1+4	1+5	1+6	1+7	1+8	1+9
A 87-1	200 ml	165 ml	143 ml	125 ml	110 ml	100 ml
Wasser	800 ml	825 ml	858 ml	875 ml	880 ml	900 ml
A 87-2	20 ml	17 ml	14 ml	13 ml	11 ml	10 ml

Tabelle 2.2.: Gebrauchsansätze für Kleinbild Dosen

	Verdünnung		
	1+4	1+7	1+9
A 87-1	80 ml	50 ml	40 ml
Wasser	320 ml	350 ml	360 ml
A 87-2	8 ml	5 ml	4 ml

Tabelle 2.3.: Gebrauchsansätze für Rollfilmdosen

	Verdünnung		
	1+4	1+7	1+9
A 87-1	120 ml	75 ml	60 ml
Wasser	480 ml	525 ml	540 ml
A 87-2	12 ml	7,5 ml	6 ml

unter findet man auf der Achse für die Entwicklungszeit den Skalenpunkt 3 min. Es ist die gesuchte Entwicklungszeit.

Kürzere Entwicklungszeiten als 1 min sind zu vermeiden, da sie zu ungleichmäßiger Entwicklung führen.

Aus dem Diagramm ist auch zu ersehen, daß im Temperaturbereich zwischen 20°C und 21°C geringe Änderungen der Temperatur eine wesentlich größere Änderung der Entwicklungszeit erfordern, als etwa im Bereich um 24°C. Um zu gleichmäßigen Ergebnissen zu gelangen, ist es deshalb vielfach vorteilhafter, im Bereich um 24°C zu arbeiten, als bei der Bezugstemperatur um 20°C.

Im Amateur- und Kleinlabor wird man jedoch bestrebt sein, bei der Temperatur zu arbeiten, die der Entwickler bei der vorhandenen Raumtemperatur besitzt. Sie bleibt im allgemeinen relativ lange konstant. Doch sollte man zur Messung der Temperatur des Entwicklerbades unbedingt ein Thermometer mit Zehntelgradteilung benutzen. Das ist nicht nur deshalb zu empfehlen, weil die Temperatur auf $\frac{1}{10}$ grad genau abgelesen werden kann, sondern auch deshalb, weil die Meßgenauigkeit dieser Thermometer wesentlich höher ist als die der sonst üblichen Schalen- und Dosenthermometer. Bevor auf einige Anwendungsbeispiele für den Orwo A 87 eingegangen wird, soll eine

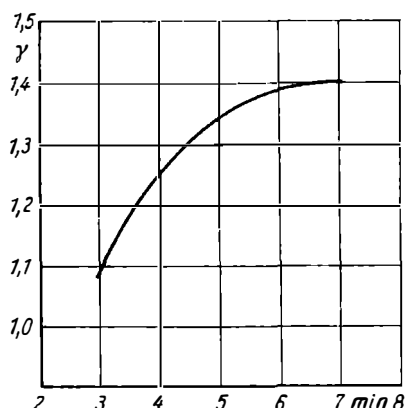


Bild 2.19. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Orwo A 87 (1+4) bei 20 °C

Bild 2.20. Charakteristischer Verlauf der Gradationskurve des Orwo NP 15 bei Entwicklung im Orwo A 87 (1+4)

Bild 2.21. Gradationskurven bei Entwicklung im Orwo A 87 (1+4):

- 1) Orwo DK 5, 2 min bei 20 °C
- 2) Orwo PF 2, 3 min bei 20 °C

allgemeine Übersicht über die Entwicklungszeiten für einige Materialgruppen gegeben werden.

Für Fototechnische Filme und Platten sowie für Positivfilme (z. B. Orwo PF 2) gelten bei einer Temperatur von 20 °C bei den angegebenen Verdünnungen etwa folgende Entwicklungszeiten:

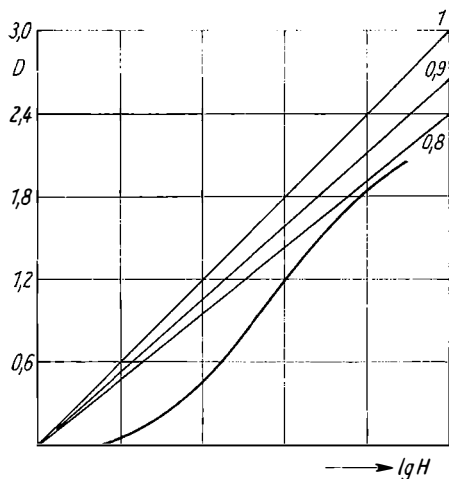
A 87 (1+4)	3 ... 5 min
A 87 (1+7)	4 ... 6 min
A 87 (1+9)	5 ... 7 min.

Fotopapiere sind bei einer Entwicklertemperatur von 20 °C in den Verdünnungen von 1+4 bis 1+7 im allgemeinen nach 1...2 min ausentwickelt.

Der Orwo-Dokumentenfilm DK 5 bzw. DK 51 ist bei Strichreproduktionen bei einer Verdünnung von 1+4 und bei Halbtonreproduktionen bei einer Verdünnung von 1+6 jeweils eine Minute lang bei einer Badtemperatur von 23...24 °C zu behandeln. Bei Halbtonreproduktionen ist es dann beispielsweise möglich, sämtliche Stufen der Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8 und der Orwo-Farbetafel Nr. 7 kopierfähig getrennt wiederzugeben (Bild 2.18., Seite 66). Die maximale Schwärzung liegt dann bei $S = 1,7$. Auch Negativfilme können bei nicht zu kleinem Bildformat im A 87 entwickelt werden. Verdünnungsverhältnisse und Entwicklungszeit richten sich nach dem angestrebten Entwicklungsergebnis. Dafür sollen einige Beispiele aus der Vielzahl der möglichen Varianten beschrieben werden. Die Gamma-

Zeit-Kurve Bild 2.19. gilt für die Entwicklung des Orwo NP 15 im A 87 (1+4) bei 20 °C. Für die Praxis kommen vor allem die Entwicklungszeiten von drei bis fünf Minuten in Frage. Bei längeren Entwicklungszeiten steigt das Gamma kaum noch oder gar nicht mehr an; dagegen wird das Korn größer. Die erreichbare maximale Schwärzung liegt bei $S = 2$. Bei stärkerer Verdünnung des Entwicklers bis zum Verhältnis 1+9 ändert sich der charakteristische Verlauf der Gradationskurve (Beispiel: Bild 2.20.) nur minimal. Die Entwicklungszeiten müssen jedoch um etwa drei Minuten verlängert werden. Durch eine höhere Temperatur des Entwicklers kann man aber leicht wieder zu den Entwicklungszeiten kommen, die für das Verdünnungsverhältnis 1+4 bei 20 °C gelten. Da man bei solchen speziellen Anwendungen des Orwo A 87 weniger Wert auf eine lange Haltbarkeit des Gebrauchsansatzes als auf sparsamen Materialverbrauch legen wird, ist es also rationeller, eine stärkere Verdünnung des Entwicklers (1+9) und dafür eine etwas höhere Temperatur (23...24 °C) zu wählen, falls man nicht eine längere Entwicklungszeit vorzieht. Eine stärkere Verdünnung des Entwicklers bringt noch den Vorteil eines feineren Korns.

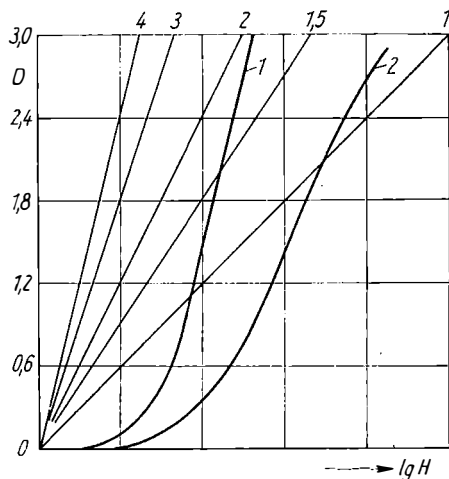
Ähnliche Überlegungen lassen sich natürlich auch für andere zu entwickelnde Filmmaterialien anstellen. So wird man etwa bei Dokumentenfilmen, die nur sehr kurze Entwicklungszeiten benötigen (60 s bei 24 °C), oft eine etwas längere Entwicklungszeit für



zweckmäßig halten. Konstante Ergebnisse bei einer Entwicklungszeit von 3 min sind leichter zu erzielen als bei einer Zeit von 60 s. So genügt beispielsweise beim Orwo DK 5/DK 51 bei der Verdünnung des Orwo A 87 im Verhältnis 1+9 bereits eine Temperatur von 21 °C, um bei einer Entwicklungszeit von 3 min ein Gamma von etwa 4,7 zu erreichen.

Für Strichreproduktionen wird im allgemeinen kein panchromatischer Film benötigt. Deshalb wird im Amateur- und Kleinlabor auch der Orwo PF 2 gern für diesen Zweck verwendet, wobei sich noch der Vorteil ergibt, daß dieser Film bei relativ hellem rotem Dunkelkammerlicht verarbeitet werden kann. Auch bei diesem Film kann mit dem Orwo A 87 schon bei relativ kurzer Entwicklungszeit eine beachtliche Steilheit der Gradationskurve erreicht werden. Zum Vergleich möge Bild 2.21. dienen. Kurve 1 gilt für den Orwo DK 5 und Kurve 2 für den Orwo PF 2. Die Entwicklungsdaten sind in der Bildunterschrift angegeben.

Oftmals ist man allerdings auch bei Strichreproduktionen an einer extrem steilen Gradation des entwickelten Films gar nicht so sehr interessiert. Je steiler die Gradation ist, desto genauer muß belichtet werden. Eine flachere Gradation bietet mehr Belichtungsspielraum. Bei Rückvergrößerungen auf Dokumentenpapier kann man ja dann einen sehr hart arbeitenden Entwickler benutzen.



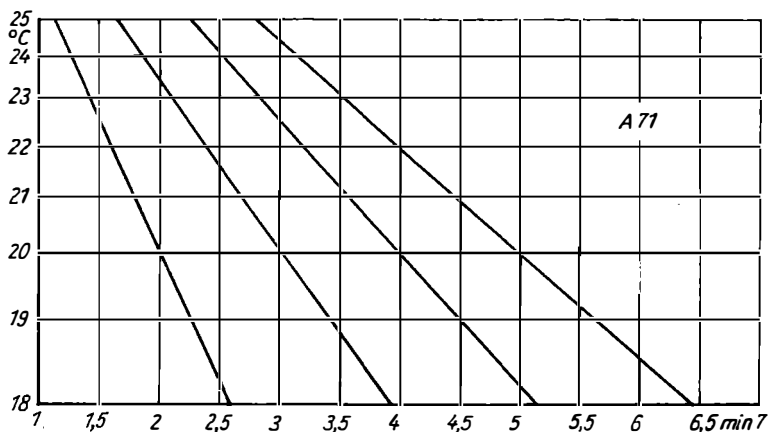
2.3.2. Der Orwo-Repro-Entwickler A 71

Der Orwo-Repro-Entwickler A 71 ist, wie schon der Name sagt, besonders für die Entwicklung von Repromaterial gedacht. Dazu gehören vor allem alle fototechnischen Filme. Außerdem ist er für die Entwicklung von Dokumentenfilmen und von Positivfilmen hervorragend geeignet. Aber auch Diaplaten, verschiedene Materialien für Wissenschaft und Technik, mittelempfindliches Aufnahmematerial und selbst Fotopapiere können im A 71 entwickelt werden. Der Orwo A 71 ist ein kräftig arbeitender Rapidentwickler. Er besitzt eine hohe Deckkraft, so daß bei fast allen Materialien Schwärzungen von $S = 3$ mühelos erreicht werden können. Die gebrauchsfertige Entwickler-Lösung ist mindestens 6 bis 8 Wochen lang haltbar.

Für die meisten Materialien beträgt die Entwicklungszeit bei 20 °C 3...5 min. Innerhalb dieses Bereichs ändert sich die Gradation jedoch nur wenig. Deshalb wird man in der Praxis im allgemeinen nicht länger als 3,5 min entwickeln. Um gleichbleibende Ergebnisse zu erzielen, muß man jedoch die Temperaturabhängigkeit des Entwicklers beachten, im Bild 2.22. grafisch dargestellt.

Ablesebeispiel:

Bei einer Temperatur von 20 °C möge eine Entwicklungszeit von 4 min richtig sein. Welche Entwicklungszeit ist bei einer Temperatur von 25 °C zu wählen?



Auf der Achse für die Entwicklungszeit geht man vom Skalenpunkt für 4 min aus und findet senkrecht darüber die Kennlinie, die die von der Temperaturskala bei 20°C ausgehende waagerechte Linie schneidet. Diese verfolgt man weiter nach oben bis zur Waagerechten für die Temperatur von 25°C. Senkrecht darunter findet man auf der Achse für die Entwicklungszeit einen Skalenpunkt zwischen 2 und 2,5 min. Es ist also 2 min 15 s lang zu entwickeln.

Wie bei allen Rapidentwicklern sollte auch nach der Entwicklung im Orwo A 71 ein schnell und sicher wirkendes Stoppbad benutzt werden. Besonders zu empfehlen ist der Orwo-Unterbrecher A 202 (s. Kap. 7). Bei der Wahl des Fixierbades ist daran zu denken, daß viele Repros (z. B. Lesefilme) in der Praxis mechanisch stark strapaziert werden. Wenn das Filmmaterial nicht bereits vom Hersteller ausreichend gehärtet wird, wie das beispielsweise beim Orwo DK 5/DK 51 geschieht, sollte man unbedingt ein Härtefixierbad (s. Abschn. 9.2.) benutzen. Die etwas längere Fixierzeit darin wird durch eine wesentlich kürzere Trockenzeit aufgewogen.

Am häufigsten dürfte der Orwo A 71 im Amateur- und Kleinlabor wohl für die Entwicklung des Dokumentenfilms Orwo DK 5 eingesetzt werden. Dazu ist er auch hervorragend geeignet. Bild 2.23. zeigt Gradationskurven des Orwo DK 5, der bei einer Temperatur von 20°C im Orwo A 71 in der

Dose entwickelt wurde. Der Film wurde dabei in der Dose fast ständig kräftig bewegt. Bei der Entwicklung von Planfilmen DK 51 in der Schale ist die Bewegung des Entwicklers gegenüber dem Film notwendigerweise etwas geringer. Wie sich die Dosenentwicklung gegenüber der Schalenentwicklung auf das Gamma auswirkt, kann man aus den Gamma-Zeit-Kurven in Bild 2.24. ablesen.

Leider werden bei der Handhabung sowohl des DK 5 als auch des A 71 von in der Reprotechnik Ungeübten einige Fehler gemacht, die zu unbefriedigenden Ergebnissen führen. Die Ursachen dafür werden zu Unrecht meistens beim Entwickler gesucht. So kommt es vor, daß die Negative unterschiedlich stark gedeckt sind, was bei Strichnegativen besonders auffällt. Mit dem Entwickler hat dieser Fehler nichts zu tun.

Der Orwo DK 5 ist bekanntlich panchromatisch sensibilisiert. Die verschiedenen Papiersorten reflektieren aber die spektralen Anteile des weißen Lichts unterschiedlich stark. Das gilt besonders für den kurzwelligen Spektralbereich ab Blau. Der Belichtungsmesser, dessen spektrale Empfindlichkeit etwa der des Auges entspricht, kann auf diese Unterschiede nicht reagieren. Beim Film dagegen rufen – bei sonst gleich großen Anteilen zwischen Blau und Rot – Unterschiede im kurzwelligen Spektralbereich auch unterschiedliche Schwärzungen hervor. Bei reinen SW-Vorlagen ist es daher zweckmäßig, bei der Aufnahme ein Gelbfilter

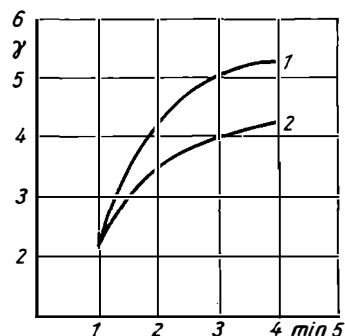
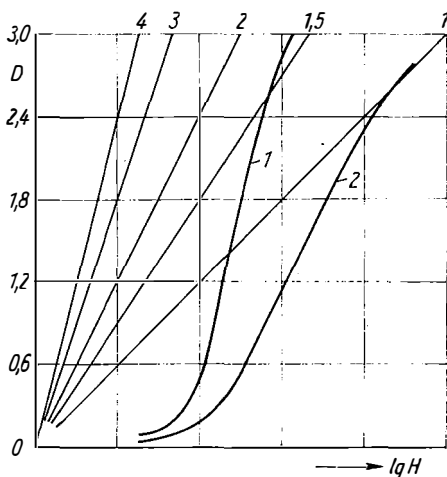
Bild 2.22. Orwo A 71. Abhängigkeit der Entwicklungszeit von der Temperatur

Bild 2.23. Gradationskurven des Orwo DK 5 bei Entwicklung im Orwo A 71:

- 1) 4 min bei 20 °C
- 2) 1 min bei 20 °C

Bild 2.24. Gamma-Zeit-Kurven des Orwo DK 5 bei Entwicklung im Orwo A 71 bei 20 °C:

- 1) Dosenentwicklung
- 2) Schalenentwicklung



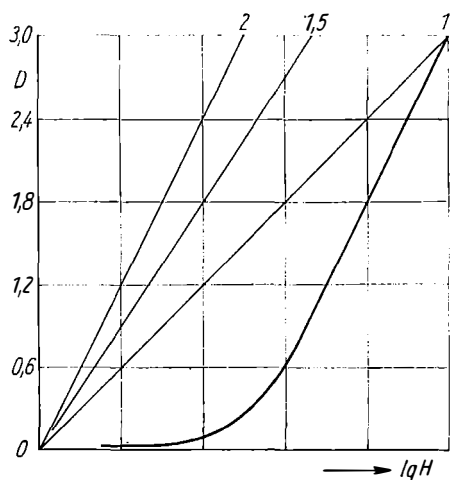
(z. B. Schott Jena OA 52, frühere Bezeichnung OG 4) zu benutzen.

Bei der Dosenentwicklung besitzen manchmal die im gleichen Entwickler nacheinander entwickelten Filme ein unterschiedliches Gamma, was beispielsweise bei Lesefilmen an der unterschiedlichen Maximalschwärzung zu erkennen ist. Dafür kommen vor allem folgende Ursachen in Betracht:

1. Der Doseneinsatz besaß eine andere Temperatur als der Entwickler, und die Messung der Badtemperatur wurde jeweils in der Bohrung des Doseneinsatzes kurz nach dem Eintauchen in den Entwickler vorgenommen. Das Meßergebnis ist natürlich falsch und demzufolge auch die danach bestimmte Entwicklungszeit. Die Badtemperatur muß immer vor dem Eintauchen des Films in den Entwickler gemessen werden. Doseneinsatz und Entwicklerbad sollen möglichst auch die gleiche Temperatur haben.

2. Die Filme wurden in der Dose unterschiedlich stark bewegt. Wie man aus den Gamma-Zeit-Kurven in Bild 2.24. erkennen kann, führen größere Abweichungen von der vorgeschriebenen Bewegung des Films im Entwickler zu einem anderen Gamma und damit zu anderen Maximalschwärzungen.

3. Die Wiedergabe feiner Details ist unbefriedigend. Die Ursachen dafür können eine zu starke Belichtung oder eine zu lange Entwicklungszeit sein. Oft werden beide Fehler zugleich gemacht. Es ist so zu belichten und zu entwickeln, daß die zeichnungsfreien

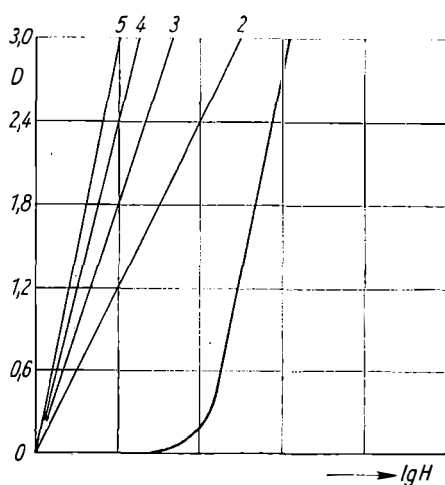


Stellen eine maximale Dichte von $S = 1,5$ haben. Für Lesefilme schreibt die TGL sogar nur eine Dichte von $S = 1$ vor. Doch haben Amateure (und nicht nur diese) erfahrungsgemäß dabei einige Schwierigkeiten.

Bei den Fototechnischen Filmen kann man aus deren Bezeichnung entnehmen, wie steil sie arbeiten. Mit dem Entwickler A 71 werden beispielsweise der Orwo FP 1 zu einem Gamma von 1, der Orwo FU 2 zu einem Gamma von etwa 2 usw. entwickelt. Für die auch von Amateuren häufiger benutzten Filme Orwo FU 2 und Orwo FU 5 ist der charakteristische Verlauf der Gradationskurven den Bildern 2.25. und 2.26. zu entnehmen.

Wenn mit der Kleinbildtechnik gearbeitet werden muß oder kann, läßt sich der Orwo FU 2 mit gleichem Erfolg durch den Orwo PF 2 ersetzen, wie die Gradationskurve Bild 2.27. erkennen läßt. Der Film ist dabei in der Dose nicht zu heftig zu bewegen. Es genügt, den Doseneinsatz etwa alle 20 s zwei- bis dreimal mit mäßiger Geschwindigkeit herumzudrehen.

Ähnlich läßt sich der Fototechnische Film Orwo FP 1, wenn die Kleinbildtechnik verwendet werden soll oder muß, durch den Negativfilm Orwo NP 15 ersetzen. Bei einer Entwicklungszeit von $3 \cdots 4$ min wird bei 20°C ein Gamma von $1 \cdots 1,2$ erreicht. Die Gradationskurve ist dabei bis zu einer maximalen Schwärzung von $S = 2$ ausnutzbar. Bei manchen Anwendungen stört sowohl



beim DK 5 als auch beim NP 15 die purpurne Restfärbung, die bei der normalen Verarbeitung zurückbleibt. Man kann sie dadurch entfernen, daß man den Film nach dem Entwickeln mindestens eine Minute lang in frischem Unterbrecherbad behandelt, das entweder mit Kaliumdisulfit oder dem Orwo-Unterbrecher A 202 angesetzt ist. Zweckmäßig ist es auch, dem Fixierbad etwas Kaliumdisulfit (10 g/l) zuzugeben und die Fixierzeit nicht zu kurz zu halten.

Die kleinste im Handel erhältliche Packung des Orwo A 71 für eine Gebrauchslösung von 5 l ist für den Amateurbedarf reichlich groß. Beim Teilen der beiden Substanzmengen der Packung muß man jedoch sehr sorgfältig verfahren, wobei vor allem für eine gute Durchmischung jeder der beiden Teilmengen, die ja auch wieder aus verschiedenen chemischen Substanzen besteht, zu sorgen ist. Dennoch läßt es sich nicht vermeiden, daß meßtechnisch nachweisbare Unterschiede in der Wirkung bei den Gebrauchslösungen aus geteilten Packungen auftreten. Für die Praxis des Amateurs werden sie allerdings kaum von entscheidender Bedeutung sein.

Es besteht auch noch die Möglichkeit, den Entwickler nach dem im Abschnitt 2.4.3. angegebenen Rezept anzusetzen. Der konfektionierte Entwickler enthält jedoch statt des im Rezept angegebenen Orwo M 143 das 1-Phenyl-3-pyrazolidon, wodurch er wesentlich stabiler ist.

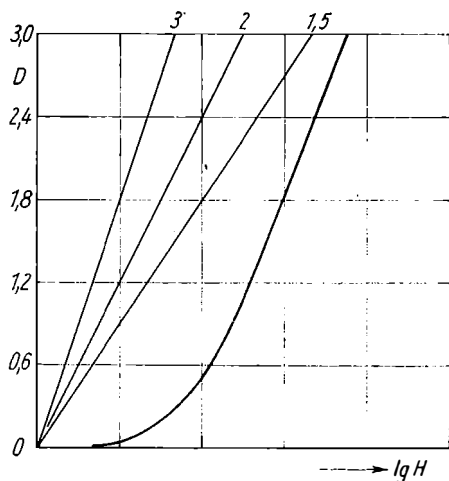


Bild 2.25. Gradationskurve des Orwo FU 2, 4 min bei 20 °C im Orwo A 71 entwickelt

Bild 2.26. Gradationskurve des Orwo FU 5, 4 min bei 20 °C im Orwo A 71 entwickelt

Bild 2.27. Gradationskurve des Orwo PF 2, im Orwo A 71 3 min bei 20 °C entwickelt

2.3.3. Entwickler für Fotopapiere

In den Lehrbüchern der Fotografie werden der „Negativprozeß“ und der „Positivprozeß“ ausnahmslos getrennt behandelt. Es hat einmal ein Autor so angefangen, und dabei blieb es bis heute. Eigentlich sind diese Bezeichnungen seit Jahrzehnten nicht mehr scharf definiert. Denn auch Filme werden ja nicht nur zum Negativ, sondern auch zum Positiv entwickelt. Unter dem Begriff „Negativprozeß“ versteht man aber in diesen Büchern ganz allgemein die Entwicklung von Filmen und Platten und deren Weiterverarbeitung. Unter dem Begriff „Positivprozeß“ faßt man dann alle Verfahren zusammen, die irgendwie mit der Verarbeitung von Fotopapieren zu tun haben, ungeachtet dessen, daß auch Fotopapiere – etwa bei Reproduktionsverfahren – zu einem Negativ entwickelt werden können. Zwangsläufig fast trennt man dann auch die Entwickler für Filme und Platten von denen für Fotopapiere. Leider verbaut man damit dem Lernenden wie dem Praktiker so manchen interessanten Weg der Problemlösung. Von einigen Ausnahmen abgesehen gibt es keineswegs Entwickler, die ausschließlich für die Entwicklung von Filmen oder ausschließlich für die Entwicklung von Fotopapieren verwendbar sind. Stets führen bei der Ausarbeitung einer Entwicklungstechnologie eine ganze Reihe von Einzelentscheidungen zur Wahl eines bestimmten Entwicklers. Daß dann bestimmte Entwickler fast nur für die

Entwicklung von Filmen und andere fast nur für die Entwicklung von Fotopapieren benutzt werden, ist also rein technologisch bedingt.

Untersuchen wir ein einfaches Beispiel, das zunächst etwas extrem anmuten mag. Ein Amateur macht Vergrößerungen in gewohnter Weise auf Papier der Sorte BN 1, wobei er – ebenfalls in gewohnter Weise – den Orwo-Konstant-Entwickler N 113 benutzt. Nun ist plötzlich ein Negativ zu vergrößern, das so hart ist, daß kein befriedigendes Bild zustande kommt. Papier mit weicher Gradation hat er nicht. Ein weich arbeitender Papierentwickler ist auch nicht angesetzt. Er benutzt für die Entwicklung von Filmen nur den Orwo A 49 und für Papiere den Orwo N 113. Wie soll er nun sein Problem lösen? Zweifellos wird er am rationellsten vorgehen, wenn er jetzt den vorhandenen Orwo-Feinstkornentwickler A 49 für die Papierentwicklung einsetzt. Zwar wird dann je nach der Temperatur des Entwicklers die Entwicklungszeit 6 bis 8 Minuten betragen. Aber da der A 49 das Papier weich entwickelt, wird er eine gute Vergrößerung erzielen. Die wenigen Minuten, die die Entwicklung der einen Vergrößerung länger dauert, steht in keinem Verhältnis zu dem sonst erforderlichen Aufwand beim Ansetzen eines anderen weich arbeitenden Entwicklers oder der Beschaffung von Fotopapier der Gradation „weich“.

Die Bilder 2.28. und 2.29. auf Seite 66 zeigen den Erfolg an einem Beispiel.

Man muß solch eine Problemlösung selbst einmal nachvollziehen, um innere Hemmungen abzubauen, die oft genug das Finden optimaler Problemlösungen erschweren oder gar verhindern.

Noch eine ganz andere Möglichkeit, zu einem „weicheren“ Bild zu kommen, sei hier beschrieben. Im modernen Großlabor wird bekanntlich nur die Papiersorte „extrahart“ verwendet. Die für das jeweils zu vergrößernde Negativ günstigste Papiergradation wird auf physikalischem Wege durch eine diffuse Vorbelichtung des Vergrößerungspapiers gewonnen. Diese Vorbelichtung darf selbstverständlich nur gering sein und muß sehr genau dosiert werden. Sie muß noch unter der Schwelle liegen, bei der bei normaler Entwicklung des Papiers ein Schleier entsteht. Die genaue Dosierung des Lichtes für den Gradationswandel wird daher mit einer komplizierten elektronischen Einrichtung vorgenommen. Je schwächer nun das Licht ist, das zur Vorbelichtung dient, desto länger kann die Belichtungszeit sein. Bei längeren Belichtungszeiten kann man aber schon mit Hilfe einer Uhr mit Sekundenzeiger sehr genau dosieren.

Nun steht nirgendwo geschrieben, daß sämtliche Regenbogenfarben in dem Licht enthalten sein müssen, mit dem man die Vorbelichtung vornimmt. Das Orwo-Dunkelkammer-Schutzfilter Nr. 118 beispielsweise ist nur für Licht transparent, dessen Wellenlänge größer als 550 nm ist. Das Maximum der Transparenz liegt mit etwa 12% bei einer Wellenlänge von 580 nm. Für dieses Licht ist aber das Fotopapier nur wenig empfindlich.

Bei Bildformaten bis etwa 13 cm × 18 cm genügt es, eine der üblichen Dunkelkammerleuchten für die Filtergröße 10 cm × 15 cm mit einer Glühlampe für Bildvergrößerung 220 V/75 W und dem genannten Filter zu bestücken.

Bei einem Abstand von etwa 30 cm zwischen der Leuchte und dem Vergrößerungspapier muß bei den Sorten Orwo BN 1 und BN 111 länger als 20 s lang belichtet werden, um bei einer Entwicklungszeit von 1,5 min bei 20 °C im Orwo N 113 eine sichtbare Schwärzung zu erzielen.

Unter den gleichen Bedingungen ist bei der Papiersorte Orwo BEH 1 eine Belichtungszeit von mehr als 50 s dafür erforderlich. Bei

der diffusen Vorbelichtung muß man also auf jeden Fall unter diesen Grenzwerten der Belichtungszeit bleiben.

Es ist zweckmäßig, beim Wechsel der Emulsionsnummer den Grenzwert erneut festzustellen und auf der Schachtel zu notieren.

Wie sich eine Vorbelichtung nach dem angegebenen Verfahren praktisch auswirkt, zeigen die Bilder 2.30. bis 2.33.

Bild 2.30. auf Seite 67 ist eine Vergrößerung eines kontrastreichen Negativs auf Papier der Sorte Orwo BN 1. Bei diesem wie bei den folgenden Bildern betrug die Entwicklungszeit im Orwo N 113 bei 20 °C 1,5 min. Die in der grellen Sonne liegenden Teile des Motivs werden in diesem Bild teilweise ohne Zeichnung wiedergegeben.

Bei Bild 2.31. (Seite 67) wurde das Vergrößerungspapier BN 1 nach dem angegebenen Verfahren 12 s lang vorbelichtet. Auf der Vergrößerung ist auch in den hohen Lichtern noch Zeichnung zu erkennen. Die Gradation des Papiers liegt durch diese Vorbelichtung zwischen den Stufen „spezial“ und „weich“.

Bild 2.32. (Seite 67) ist eine Vergrößerung auf das extraharte Papier Orwo BEH 1. Die im Schatten liegenden Motivteile werden gut differenziert wiedergegeben, in den Lichtern jedoch fehlt die Zeichnung.

Bei Bild 2.33. (Seite 67) wurde das Papier 45 s lang vorbelichtet. Die Gradation des Papiers entspricht jetzt der Sorte „normal“. Es wurde also eine Gradationsbeugung um zwei volle Stufen der Härteskala erreicht. Die Bildwiedergabe ist jetzt befriedigend. Zwar geht die Zeichnung in den Schatten – wie zu erwarten – etwas zurück, dafür werden jedoch die Lichter gut differenziert.

Das Ergebnis der Versuche zeigt, daß man in der Praxis mit den Papiersorten „extrahart“ und „normal“ auskommen kann. In der Praxis des Amateurs, in der die Verwendung extraharten Papiers sehr selten ist, kann man ohne weiteres auch allein mit der Sorte „hart“ auskommen. Je nach der Dosierung der Vorbelichtung kann die Gradation dieses Papiers nach „normal“, „spezial“ oder „weich“ gebeugt werden.

Wenn man sich für die Verwendung dieses Verfahrens entscheidet, sollte man eine zweite Dunkelkammerleuchte benutzen, die ständig nur dem Zweck der Vorbelichtung dient.

Wenn man Papiere größeren Schnittformats verwenden will, muß man auf eine gleichmäßige Ausleuchtung achten. Diese erreicht man am besten mit einem speziell hierfür gebauten Lichtkasten. Dunkelkammerschutzfilter gibt es bis zu der Größe 29,5 cm X 29,5 cm.

Zweifellos eignen sich nun bestimmte Entwickler ganz besonders für die Verarbeitung von Fotopapier. Das trifft vor allem für die konfektionierten Entwickler Orwo E 102, Orwo N 113, Orwo M-H 28 und Orwo B 104 zu. Die wesentlichen Eigenschaften dieser Entwickler sind bekannt, so daß hierauf nicht eingegangen zu werden braucht. Erwähnt sei nur noch, daß mit dem Orwo E 102 das Auflösungsvermögen des Fotopapiers am besten ausgenutzt wird und in der Reihenfolge der Aufzählung abnimmt.

Im Gegensatz zum industriellen Großlabor, das ganz auf die Verwendung des Orwo N 113 und des dazugehörigen Regenerators eingestellt ist, wird im Amateur- und Kleinlabor von Fall zu Fall auch einmal der Selbstansatz eines Entwicklers für Fotopapier zweckmäßig sein. Eine kleine Auswahl solcher Rezepte ist im Abschnitt 2.4.6. zusammengestellt.

2.4. Entwicklerrezepte für den Selbstansatz

Vorbemerkung: Angegebene Entwicklungszeiten dürfen nur als Hinweis angesehen werden, da sie stark vom zu entwickelnden Material und dem angestrebten Gamma bzw. g-Wert abhängig sind. *

2.4.1. Entwickler zum Ausgleich hoher Objektkontraste

Der Entwickler nach Rezept Orwo 8 ist ein ausgleichender Porträtentwickler, der besonders für Porträtaufnahmen auf Planfilm Orwo NP 15 und Orwo NP 20 geeignet ist. Gevaert G. 215 arbeitet weich bis normal und ist für alle Arten von Aufnahmematerial geeignet. Da er sehr billig ist, wird er gern benutzt, wenn mehrere Filme hintereinander in jeweils frischem Entwickler entwickelt werden sollen, um weitgehend gleiche Ergebnisse zu erzielen. Für beispielsweise fünf Rollfilme sind dann drei Liter Entwickler anzusetzen. Ilford ID-15 und Kodak D-23 sind alkalifreie Entwickler, die auch überlagerte Filme noch schleierfrei entwickeln. Sie arbeiten beachtlich feinkörnig.

	Orwo 8	Gevaert G. 215	Ilford ID-15	Kodak D-23
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	1 g
Orwo M 143		4 g	3 g	7,5 g
Natriumsulfit	12,5 g	25 g	20 g	100 g
Orwo G 141	2 g			
Natriumkarbonat		10 g		
Kaliumkarbonat	25 g			
Kaliumbromid		0,5 g	0,5 g	
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung			1+1	
Entwicklungszeit in Minuten	7 ... 9	6 ... 8	2 ... 5	10 ... 15

	Orwo 44	Gevaert G. 206	Du Pont 104-D	Ilford ID-11
Orwo A 901	2 g	1 g	2 g	2 g
Orwo M 143	1,5 g	2 g	0,4 g	2 g
Natriumsulfit	80 g	100 g	50 g	100 g
Orwo H 142	3 g	4 g	2,2 g	5 g
Natriumtetraborat	3 g	2 g	1,2 g	2 g
Zitronensäure		0,4 g		
Kaliumbromid	0,5 g			
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Entwicklungszeit in Minuten	7 ... 14	6 ... 10	8 ... 12	5 ... 13

Die Entwickler Orwo 44, Gevaert G. 206, DuPont 104-D und Ilford ID-11 sind langlebbar und eignen sich als Tank-Entwickler. Durch das milde Alkali (Natriumtetraborat) wird auch ein recht feines Korn erzielt. Beim Ilford ID-11 kann man durch Zugabe von 40 g Ammoniumchlorid je Liter gebrauchsfertiger Entwickler ein besonders feines Korn erzielen. Doch muß dann bei der Aufnahme die Belichtungszeit verdoppelt werden. Auch die Entwicklungszeit ist zu verdoppeln.

2.4.2. Reproentwickler

Die Bezeichnung „Reproentwickler“, die sich nun einmal für diese Entwickler eingebürgert hat, ist an sich etwas irreführend. Zwar werden diese Entwickler vorwiegend in der Reprotechnik benutzt, doch keinesfalls ausschließlich. Man benutzt sie auch für die

Entwicklung von Sachaufnahmen auf Foto-technischen Filmen wie Orwo FO 1, Orwo FP 1 usw.

Auch für die Entwicklung von Fotopapieren sind diese Entwickler sehr gut geeignet. Die Tabelle 2.4. gibt für einige Repro-Entwickler Hinweise für die Verwendung als Entwickler für das Vergrößerungspapier Orwo BN 1.

Der konfektionierte Orwo-Repro-Entwickler A 71 kann durch Zugabe von 3 g Kaliumbromid je Liter gebrauchsfertiger Entwicklerlösung in den hart und sehr klar arbeitenden Reproentwickler nach Rezept Orwo 74 umgewandelt werden.

Um dem Leser das Rechnen zu ersparen, sind in der Tabelle 2.5. für den Orwo 72 die Gebrauchsansätze für die üblichen Gebrauchsverdünnungen zusammengestellt.

Bei weich arbeitenden Entwicklern ist gegenüber den normal bis hart arbeitenden die maximale Schwärzung geringer, liegt aber meistens noch über $S = 2$.

	Orwo 71	Orwo 72	Orwo 73	Orwo 74	Ansco 90
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	5 g		1 g	5 g	5 g
Natriumsulfit	40 g	125 g	40 g	40 g	40 g
Orwo G 141		50 g			
Orwo H 142	6 g		6 g	6 g	6 g
Natriumkarbonat			20 g		34 g
Kaliumkarbonat	40 g	250 g		40 g	
Kaliumbromid	3 g		1 g	6 g	3 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung		1+3 bis 1+4			
Entwicklungszeit in Minuten	3...5	5...8	4...5	3	4...6
Charakter der Entwicklung	kräftig	weich bis normal	weich	hart	normal

Tabelle 2.4.: Verwendung von Reproentwicklern für Orwo BN 1

Rezept	Entwicklungszeit	Charakter der Entwicklung
Orwo 71 und Orwo A 71	1,5 min	kräftig
Orwo 72, Verdünnung 1+3	2 min	normal
Orwo 73	1,5 min	normal
Orwo 74	1,5 min	kräftig
Ansco 90	2 min	normal

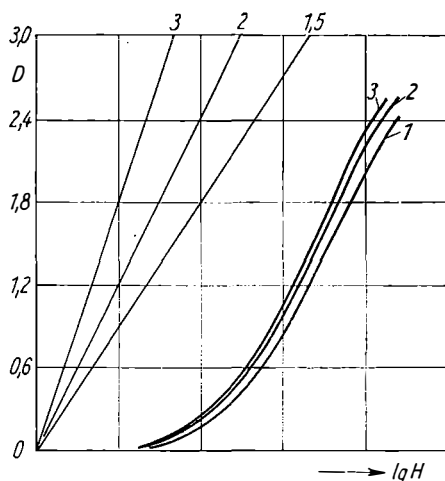


Bild 2.34. Gradationskurven des Orwo PF 2, entwickelt im Orwo 73 bei 21 °C mit Entwicklungszeiten von
1) 3 min 2) 4 min 3) 5 min

Tabelle 2.5.: Gebrauchsansätze für Orwo 72

	Verdünnung 1+3			Verdünnung 1+4		
Orwo A 901	2 g	1,5 g	1 g	2 g	1,5 g	1 g
Natriumsulfit	31,3 g	19 g	12,5 g	25 g	15 g	10 g
Orwo G 141	12,5 g	7,5 g	5 g	10 g	6 g	4 g
Kaliumkarbonat	62,5 g	37,5 g	25 g	50 g	30 g	20 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

Die Bezeichnungen „hart“, „normal“ usw. sind natürlich immer relativ und hier in bezug auf das Repromaterial zu sehen. Als Beispiel für die Entwicklung im weich arbeitenden Repro-Entwickler Orwo 73 zeigt Bild 2.34. Gradationskurven für den Orwo-Positivfilm PF 2.

Die Entwickler Gevaert G 220 und Orwo 70 benutzt man gern, wenn Fototechnische Filme verschiedener Formate hart zu entwickeln sind. Aus den Stammlösungen läßt sich jeweils gerade so viel Gebrauchslösung

Gevaert G. 220

Sehr klar und hart arbeitender Entwickler mit haltbaren Stammlösungen.

Entwicklungszeit 2 ... 3 min bei 20 °C.

Lösung A:

Orwo A 901	1 g
Kaliumdisulfit	25 g
Orwo H 142	25 g
Kaliumbromid	25 g
Wasser, abgekocht, bis auf	500 ml

Lösung B:

(B 1) Natronlauge D ₂₀ 1,36 (33%)	
oder (B 2) Natronlauge D ₂₀ 1,15 (15%)	
oder (B 3) Wasser, destilliert, kalt	1 l
Natriumhydroxid	45 g

Orwo 70

Sehr klar und hart arbeitender Entwickler mit haltbaren Stammlösungen.

Entwicklungszeit 2 ... 3 min bei 20 °C.

Lösung A:

Orwo A 901	1 g
Kaliumdisulfit	25 g
Orwo H 142	25 g
Kaliumbromid	25 g
Wasser, abgekocht, bis auf	1 l

Lösung B:

(B 1) Orwo A 901	2 g
Kaliumhydroxid	50 g
Wasser, abgekocht, bis auf	1 l
oder (B 2) Kalilauge D ₁₅ 1,27 (27%)	
oder (B 3) Kalilauge D ₂₀ 1,136 (15%)	

Tabelle 2.6.:

Gebrauchsansätze für 200 ml gebrauchsfertigen Entwickler G. 220

	50 ml A + 140 ml Wasser + 10 ml B 1
oder	50 ml A + 124 ml Wasser + 26 ml B 2
oder	50 ml A + 50 ml Wasser + 100 ml B 3

Gebrauchsansätze für 500 ml gebrauchsfertigen Entwickler G. 220

	125 ml A + 350 ml Wasser + 25 ml B 1
oder	125 ml A + 310 ml Wasser + 65 ml B 2
oder	125 ml A + 125 ml Wasser + 250 ml B 3

Tabelle 2.7.:

Gebrauchsansätze für 200 ml gebrauchsfertigen Entwickler Orwo 70

	100 ml A + 100 ml B 1
oder	100 ml A + 85 ml Wasser + 15 ml B 2
oder	100 ml A + 70 ml Wasser + 30 ml B 3

Gebrauchsansätze für 500 ml gebrauchsfertigen Entwickler Orwo 70

	250 ml A + 250 ml B 1
oder	250 ml A + 215 ml Wasser + 35 ml B 2
oder	250 ml A + 175 ml Wasser + 75 ml B 3

ansetzen, wie für den geplanten Arbeitsgang benötigt wird. Dadurch arbeitet man material- und kostensparend. Für die Gebrauchsansätze (Tabelle 2.6.) ist abgekochtes und/oder mit Orwo-Kalkschutz A 901 aufbereitetes Wasser zu verwenden.

Die Lösung A soll bei einer Raumtemperatur von nicht weniger als 18 °C aufbewahrt werden, da sonst kristalline Ausscheidungen auftreten können. Falls sie sich nicht vermeiden ließen, ist die Lösung so zu schwenken, daß sich die Kristalle gleichmäßig verteilen, bevor die benötigte Menge entnommen wird. Beim Verdünnen mit der für den Gebrauchsansatz erforderlichen Menge temperierten Wassers lösen sich die Kristalle wieder auf.

Für die Gebrauchsansätze (Tabelle 2.7.) ist ebenfalls abgekochtes und/oder mit Orwo-Kalkschutz A 901 aufbereitetes Wasser zu verwenden.

2.4.3. Entwickler für Dokumenten- und Positivfilme

Der Entwickler Orwo 20 ist in der Herstellung am billigsten. Er ist besonders für die

Entwicklung von Dias auf Positivfilmen geeignet, wenn die kopierten Negative im Kontrast normal waren. Außerdem ist er sehr gut für die Entwicklung von Dokumentenpapier zu verwenden, wenn die geschwärzten Stellen im Negativ ausreichende Dichte besitzen.

Der Orwo 22 ist für die Entwicklung von Dias auf Positivfilmen zu empfehlen, wenn die kopierten Negative flau waren. Er ist auch für die Entwicklung von Strichreproduktionen auf Orwo PF 2 gut geeignet, ferner für Dokumentenpapier, wenn die geschwärzten Stellen im Negativ nur schwach gedeckt sind. Charakteristische Gradationskurven für die Entwicklung im Orwo 20 und im Orwo 22 enthält Bild 2.35. Entwickelt man den Orwo PF 2 im Orwo 20, so werden Gammawerte um 2 erreicht. Bei der Entwicklung im Orwo 22 liegen sie bei etwa $\gamma = 3$. Diese Werte gelten für die untere Grenze der normalen Entwicklungszeit. Charakteristisch für diese Entwicklung ist die gute Differenzierung der Tonwerte auch im Bereich geringer Deckung. Orwo 50, Du Pont 9-D und Ilford ID 14 sind Entwickler, die sich durch eine sehr lange Haltbarkeit auszeichnen.

Es können mit ihnen außer bei Dokumenten-

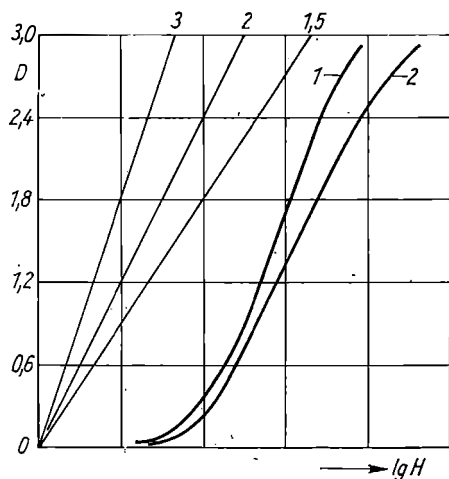


Bild 2.35. Gradationskurven des Orwo PF 2:
 1) 5 min im Orwo 22 bei 20 °C
 2) 3 min im Orwo 20 bei 20 °C entwickelt

	Du Pont 9-D	Du Pont 82-D	Gevaert G-203	Ilford ID-14
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	1 g			1,5 g
Natriumsulfit	75 g	30 g	50 g	75 g
Orwo H 142	9 g	26 g	5 g	12,5 g
Kaliumdisulfit		10 g		
Natriumkarbonat	25 g	31 g	32 g	36,8 g
Zitronensäure			2 g	
Kaliumbromid	5 g	4 g	2 g	2 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Entwicklungszeit in Minuten	2 ... 4	3 ... 4	3 ... 4	3 ... 5
Charakter der Entwicklung	hart	sehr hart	hart	hart

	Orwo 20	Orwo 22	Orwo 50
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	2 g	0,8 g	1,8 g
Natriumsulfit	25 g	40 g	75 g
Orwo H 142	4 g	8 g	4,5 g
Natriumkarbonat	18,5 g		
Kaliumkarbonat		50 g	37,5 g
Kaliumbromid	2 g	5 g	4,5 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l
Entwicklungszeit in Minuten	3 1/2	4 ... 5	4 ... 5
Charakter der Entwicklung	kräftig	hart	kräftig

filmen auch bei Positivfilmen und auch bei Fototechnischen Filmen sehr hohe Schwärzungen erzielt werden, wenn das erforderlich ist.

Du Pont 82-D ist ein Entwickler, der besonders hart arbeitet, wobei die Entwicklungszeit etwas kürzer als bei den anderen Entwicklern dieser Kategorie gehalten werden kann. Länger als drei Minuten sollte nur dann entwickelt werden, wenn extreme Steilheit gewünscht wird. Die Filme müssen sehr genau belichtet werden. Deshalb ist unbedingt die Entwicklung von Probelichtungen anzuraten. Selbst auf Negativfilmen, etwa dem Orwo NP 15, kann man damit noch sehr gute Strichreproduktionen erzielen. Der Gevaert G. 203 arbeitet recht feinkörnig. Er wird bevorzugt, wenn sehr starke Verkleinerungen auf Dokumentenfilm angefertigt werden sollen.

2.4.4. Kräftig arbeitende Negativentwickler

Orwo 40 ist ein kräftig arbeitender Negativentwickler mit geringem Materialeinsatz an Chemikalien. Die Gradationskurven des Orwo NP 15 und des NP 20 verlaufen bei einer Entwicklung von 4 min bei 20 °C fast so wie die des Orwo-Fototechnischen Films FP 1 bei der Entwicklung im Orwo A 71 (Bild 2.36.). Wenn also für eine spezielle Aufgabe eigentlich der Orwo FP 1 einzusetzen wäre, aber nicht vorrätig ist bzw. dessen Anschaffung für nur einige wenige Aufnahmen unrationell wäre, kann man durchaus auch mit dem Orwo NP 15 oder NP 20 durch deren Entwicklung im Orwo 40 zu einem befriedigenden Ergebnis kommen.

Orwo 61 ist hauptsächlich ein Porträtentwickler für großformatige Aufnahmen. Er kann aber auch für viele Material- und Sachaufnahmen in der Werbung verwendet werden.

Kodak D-19 wurde ursprünglich als Luftbildentwickler konzipiert, und zwar für Aufnahmen aus großen Höhen, die ja stets kontrastreich entwickelt werden müssen. Nor-

	Orwo 30	Orwo 40	Orwo 61	Du Pont 30-D	Kodak D-19
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	3,5 g	1,5 g	3,5 g	5 g	2,2 g
Natriumsulfit	60 g	18 g	50 g	60 g	96 g
Orwo H 142	9 g	2,5 g	6,5 g	7,5 g	8,8 g
Natriumkarbonat	40 g		40 g	50 g	47 g
Kaliumkarbonat		18 g			
Kaliumbromid	3,5 g	1 g	1 g	4,5 g	5 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung			1+3		
Entwicklungszeit in Minuten	5	3 ... 5	4 ... 6	4 ... 8	3 ... 6

Diese Entwickler sind für Halbtonaufnahmen größerer Formate bestimmt, die einer kräftigen Entwicklung bedürfen, ohne daß Details verlorengehen oder die Schatten zulaufen. Obwohl sie ursprünglich für die Verarbeitung bestimmter Materialien, die es heute gar nicht mehr gibt, erarbeitet wurden, lassen sie sich auch jetzt noch erfolgreich anwenden.

Orwo 30 und Du Pont 30-D sind eigentlich Röntgenentwickler, doch können sie auch für normales Aufnahmematerial wie Orwo NP 15 und NP 20 sowie für Fototechnische Filme verwendet werden.

males Aufnahmematerial entwickelt er kontrastreich bis hart. Die Gradation kann durch die Entwicklungszeit variiert werden. Man kann ihn u. a. für großformatige Landschaftsaufnahmen einsetzen, wenn Detailreichtum verlangt wird.

Die entsprechenden Eigenschaften des Entwicklers lassen sich sehr gut aus der Gradationskurve Bild 2.37., die für die Entwicklung des Orwo NP 15 nach drei Minuten gilt, ferner aus der Gamma-Zeit-Kurve in Bild 2.38. (ebenfalls für den Orwo NP 15) ablesen. Der Entwickler ist übrigens gut haltbar.

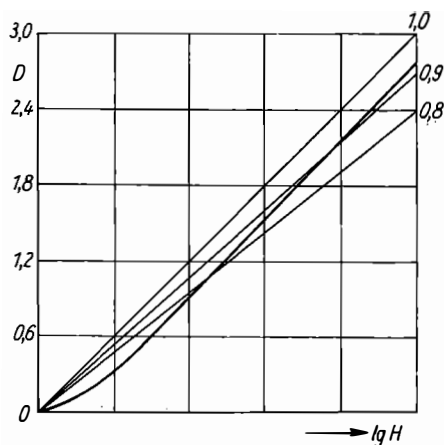
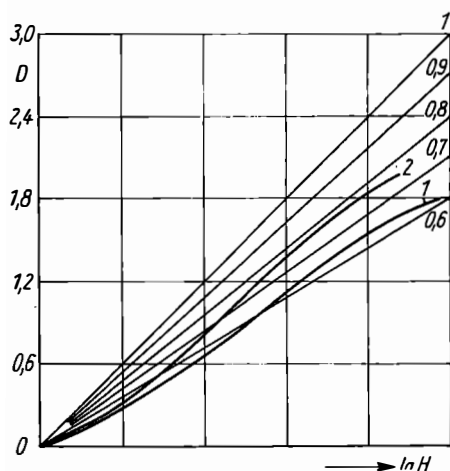


Bild 2.36. Gradationskurve des Orwo FP 1, 4 min im Orwo A 71 bei 20°C entwickelt

Bild 2.37. Gradationskurven des Orwo NP 15 (1) und des Orwo NP 20 (2) bei Entwicklung im Kodak D-19 3 min bei 20°C

Bild 2.38. Gamma-Zeit-Kurve für die Entwicklung des Orwo NP 15 im Kodak D-19 bei 20°C

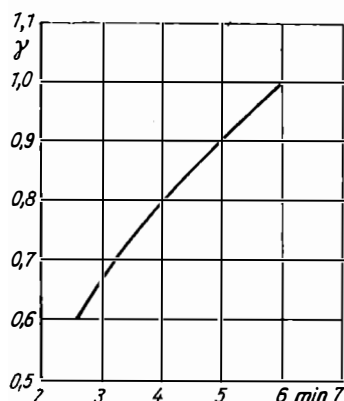


Da man diese Entwickler selten für die Negativentwicklung voll ausnutzen wird, kann man sie anschließend für die Entwicklung von Fotopapier weiterverwenden. So erzielt man beispielsweise mit dem Kodak D-19 bei der Verarbeitung von Vergrößerungspapier die gleichen Ergebnisse wie bei der Verwendung des Orwo N 113.

Bild 2.39. auf Seite 68 zeigt einen Ausschnitt aus einem großformatigen Negativ, das in einem kräftig arbeitenden Entwickler entwickelt wurde.

Zur Darstellung von Negativen im Druck dürften noch einige Erklärungen zweckmäßig sein. Vergleicht man bei einer größeren Anzahl von Büchern über die Fotografie die Bilder von Negativen, so wird man eine vielleicht überraschende Feststellung machen. Die Darstellungen der als „normal“ bezeichneten Negative sind nämlich keineswegs gleich. Das hat mehrere Gründe, von denen einige beschrieben werden sollen.

Betrachtet man ein Negativ einmal gegen ein helles Fenster bei Tageslicht, dann gegen verschieden starke Kunstlichtquellen, ferner gegen einen von verschiedenen hellen Lichtquellen angestrahlten Zeichenkarton und schließlich auf Zeichenkarton liegend und von oben beleuchtet, dann wird es recht verschieden aussehen. Einmal wird es sehr zart, ein andermal kontrastreich aussehen. Der Vergleich zweier Negative untereinander wird noch durch eine etwaige unterschiedliche Farbe des Bildsilbers erschwert.



Am besten kann man m. E. ein Negativ beurteilen, wenn man es gegen eine weiß lackierte Fläche im Winkel von etwa 45° haltend betrachtet, wobei diese Fläche (ebenfalls im Winkel von 45°) von einer Glühlampe im Reflektor (60W) im Abstand von rund 50 cm beleuchtet wird.

Für die Betrachtung eines Negativs gibt es aber keine Festlegungen. Jeder Autor geht daher von einer bestimmten Annahme über die gebräuchlichste Form der Betrachtung eines Negativs aus.

Das Negativ muß nun für die Druckvorlage in ein Aufsichtsbild verwandelt werden. Dazu wird im allgemeinen vom Negativ zunächst ein Filmpositiv und von diesem eine Vergrößerung oder Kontaktkopie auf Fotopapier angefertigt. Von diesem Papierbild ist dann das Klischee für den Druck herzustellen.

Das gedruckte Bild ist schließlich ein Rasterbild, das niemals die gleiche Qualität wie eine optimale Vergrößerung des ursprünglichen Negativs auf Fotopapier haben kann. Es kann deshalb auch dem Eindruck nicht völlig adäquat sein, den das Auge beim Betrachten des ursprünglichen Negativs gewinnt.

Und hier schließt sich dieser Teufelskreis. Denn ein Negativ sieht eben unter verschiedenen Bedingungen betrachtet verschieden aus.

Zu erwähnen ist auch noch, daß es bei der Umsetzung der Grautöne des Negativs in das gedruckte Bild stets zu gewissen Verschiebungen der Grauwerte kommt.

Betrachtet man schließlich den Druck bei verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen, so wird man ebenfalls einen verschiedenen Eindruck von dem Bild bekommen. Auch ein Bild auf Fotopapier läßt sich ja immer nur so herstellen, daß es bei bestimmten Beleuchtungsverhältnissen optimal wirkt.

Unter Berücksichtigung aller genannten Umstände wird der Autor bestrebt sein, eine Druckvorlage anzufertigen, von der er annimmt, daß das danach gedruckte Bild seine Vorstellungen, das was er zum Ausdruck bringen will, dem Leser vermittelt. So bleibt denn jedes Bild letztlich „Ansichtssache“.

2.4.5. Entwickler für maximale Empfindlichkeitsausnutzung

Kodak D-82

Orwo A 901	2 g	1,5 g	1 g
Orwo M 143	14 g	8,4 g	5,6 g
Natriumsulfid	53 g	32 g	21 g
Methanol			
mindestens	48 ml	29 ml	20 ml
Orwo H 142	14 g	8,4 g	5,6 g
Kaliumbromid	8,8 g	5,3 g	3,5 g
Natriumhydroxid	8,8 g	5,3 g	3,5 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l

Das Natriumhydroxid ist erst der auf das Endvolumen aufgefüllten und auf 20°C abgekühlten Lösung zuzufügen.

Der Ansatz muß sehr sorgfältig vorgenommen werden. Vor allem ist darauf zu achten, daß die folgende Substanz erst zugegeben wird, wenn sich die vorhergehende vollständig gelöst hat, da sonst Ausfällungen auftreten, die mit keinem Mittel wieder in Lösung zu bringen sind. Das Methanol hat die Aufgabe, die Entwicklersubstanzen vor Ausfällungen zu schützen. Wenn der Ansatz mit der Mindestmenge Methanol nicht gelingen sollte, kann dessen Anteil unbedenklich erhöht werden.

Stark kalkhaltiges Wasser sollte vorher abgekocht werden. Alle benutzten Chemikalien sollen möglichst frisch sein. Das gilt besonders für die Entwicklersubstanzen und das Natriumhydroxid.

Die Entwicklungszeit liegt bei mittelempfindlichen Filmen bei etwa 5 min. Hoch- und höchstempfindliche Filme können im Kodak D-82 nicht entwickelt werden, da ein erheblicher Entwicklungsschleier auftritt.

2.4.6. Entwickler für Fotopapiere

Die Entwickler für Fotopapiere sind Rapid-entwickler. Kontaktpapiere werden im allgemeinen in 1 min und Vergrößerungspapiere in 1 bis 2 min ausentwickelt.

Im allgemeinen kommt man mit den konfektionierten Entwicklern aus. Die Mühe des Selbstansatzes macht man sich nur dann, wenn ein Entwickler mit besonderen Eigenschaften erforderlich ist.

Das Rezept Orwo 100 kann auch mit der vierfachen Menge der angegebenen Substanzen angesetzt werden. Zum Gebrauch wird dann der Entwickler im Verhältnis 1+3 mit Wasser verdünnt. Zum Verdünnen ist aufbereitetes Wasser zu verwenden. Die Entwickler Orwo 100 und Du Pont 56-D sind besonders preisgünstig.

Der Verwendung des Rezeptes Orwo 130 ist vor allem dann zu empfehlen, wenn die Papiere getont werden sollen. Bei harten Negativen nimmt man besser das Rezept Orwo 131, da dieser Entwickler weich arbeitet.

Mit dem Entwickler P-2 wird ein wärmerer Ton bei Vergrößerungspapieren erzielt als etwa mit dem Orwo N 113.

Der Charakter der Entwicklung ist bei diesen Entwicklern normal.

Der Entwickler Ferrania R 20 wird besonders für feinmodulierte Porträts bevorzugt. Bei den abstimmbaren Entwicklern Ansco 125 und Orwo 105 ist zu beachten, daß mit zunehmender Verdünnung die Entwicklungszeit etwas länger wird. Auch bei diesen Entwicklern muß das Bild voll ausentwickelt werden.

	Orwo 100	Orwo 130	Orwo 131	Du Pont 56-D	P-2
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	1 g	2,5 g	4,5 g	3,3 g	2 g
Natriumsulfit	13 g	30 g	26 g	33,5 g	60 g
Orwo H 142	3 g	7 g	1 g	10 g	6 g
Natriumkarbonat	26 g	30 g	21 g	56 g	
Kaliumkarbonat					30 g
Kaliumbromid	1 g	1 g	2,5 g	3,3 g	1 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung	1+2				

	Ansco 125	Ferrania R 20	Gevaert G- 253	Orwo 105
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	3 g		3 g	15 g
Natriumsulfit	44 g	50 g	20 g	75 g
Orwo H 142	12 g	4 g		
Orwo G 141		2 g		
Natriumkarbonat	60 g	40 g	20 g	
Kaliumkarbonat				75 g
Kaliumbromid	2 g	1 g	1 g	2 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung	1+2 bis 1+4		1+1	1+4 bis 1+5
Charakter der Entwicklung	normal bis weich	normal	weich	weich bis sehr weich

	P-1	Orwo 115	Orwo 125	Orwo 126
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	3 g
Orwo M 143	14 g	2 g	1,5 g	
Natriumsulfit	70 g	25 g	30 g	125 g
Orwo H 142		6 g	6 g	40 g
Natriumkarbonat	18 g	33 g	45 g	
Kaliumkarbonat				250 g
Kaliumbromid		0,5 g	0,6 g	4,5 g
Kaliumbromid-Lösung 10%	20 gtt.*)			
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Gebrauchsverdünnung				1+2 bis 1+3
Charakter der Entwicklung	weich	kräftig	sehr hart	sehr hart bis hart

*) gtt. = Tropfen (Abk. v. lat. guttura). Man rechnet 16 gtt. = 1 ml.

Der Entwickler P-1 ist sehr lange haltbar. Man wird ihn dann ansetzen, wenn häufiger ein weich arbeitender Papierentwickler benötigt wird.

Orwo 115 liefert auch bei flauen Negativen normale Vergrößerungen auf Papier der Sorte normal.

Die Entwickler Orwo 125 und Orwo 126 eignen sich besonders für die Entwicklung von Dokumentenpapier. Dabei sollte so belichtet werden, daß das Papier bei einer Temperatur von 20 °C nach 1 min ausentwickelt ist. Orwo 126 wird man bevorzugen, wenn größere Mengen von Dokumentenpapier zu entwickeln sind.

Im Amateurlabor kann es immer einmal vorkommen, daß Papier überlagert wird. In den meisten Fällen kann man es noch verbrauchen, wenn man den Entwickler nach folgendem Rezept verwendet:

Spezial-Entwickler P-3

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	5 ... 7 g
Natriumsulfit	25 ... 35 g
Kaliumbromid-Lösung, konz.	10 ... 30 gtt.
Wasser bis auf	1 l

Die Menge an Natriumsulfit soll stets das Fünffache der Menge an Orwo M 143 betragen.

Die konzentrierte Kaliumbromidlösung wird so hergestellt, daß man 4 g Kaliumbromid

in 10 ml Wasser löst (bei 20 °C). Bei einem Anteil von 5 g Orwo M 143 werden etwa 10 ... 15 Tropfen, die man aus einer Pipette zugibt, ausreichen. Sollte noch ein leichter Grauschleier auftreten, so kann der Anteil an Kaliumbromid erhöht werden.

An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, daß Fotopapiere, die durch zu lange Lagerung schon gelbe bis braune Pünktchen an den Rändern bei normaler Entwicklung zeigen, noch weiterverwendet werden können, wenn man die Bilder anschließend braun tont. Bei der Tönung verschwinden diese Pünktchen wieder.

2.4.7. Eine Entwickler-Hausapotheke

Wieviel verschiedene Entwickler braucht man? Das hängt davon ab, wieviel verschiedene Arten von Fotomaterial zu entwickeln sind. Strichrepros auf Dokumentenfilm wird man im Normalfall kaum im Feinstkorn-Ausgleichsentwickler und Kleinbild-Negative nicht im Papierentwickler behandeln.

Im allgemeinen wird man schon aus Gründen der Rationalisierung mit den konfektionierten Entwicklern auszukommen trachten. Wenn aber die Aufgaben häufig wechseln und nur kleine Mengen dieses oder jenes Materials zu bearbeiten sind, außerdem auch noch eine Variationsmöglichkeit der Entwicklereigenschaften gewünscht wird, dann mag der Fall eintreten, daß weder

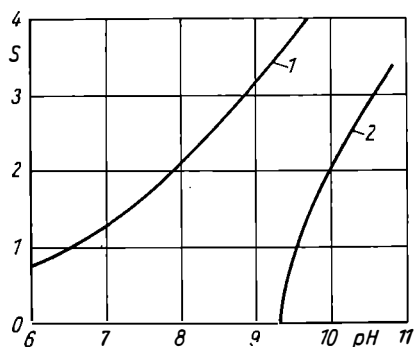


Bild 2.40. Abhängigkeit des Entwicklungsvermögens von 4-Methylaminophenolsulfat (1) und Hydrochinon (2) vom pH-Wert (nach W. Reinders und M. C. F. Benkers)

mit den konfektionierten Entwicklern noch mit denen nach Rezepten rationell gearbeitet werden kann. Dann hilft nur ein Mehrfach-Ansatz.

Mehrfach-Ansätze waren jahrzehntelang bei den Fotografen sehr beliebt, und zwar aus labortechnischen wie auch aus ökonomischen Gründen. Wenn man schnell etwas entwickeln will und dann nur aus dem Inhalt von drei oder vier Vorratsflaschen und Wasser den Entwickler mixen kann, der für das betreffende Arbeitsvorhaben gerade gebraucht wird, ist das eine feine Sache. Warum sollte man heute diesen Vorteil nicht auch nutzen?

Recht einfach und dennoch vielseitig sind Mehrfach-Ansätze auf der Basis Metol-Hydrochinon. Die größten Variationsmöglichkeiten hat man bei einem Grundansatz von vier Vorratslösungen.

Die Lösungen A1 und A2 enthalten die Entwicklersubstanzen und Natriumsulfit. In der Lösung B ist das Alkali zur Einstellung eines bestimmten pH-Wertes der Gebrauchslösung enthalten. Je mehr von der Lösung B in der Gebrauchslösung vorhanden ist, desto größer ist der pH-Wert.

Von dem pH-Wert der Gebrauchslösung sind das Entwicklungsvermögen und die Rapidität des Entwicklers in hohem Maße abhängig. Während 4-Methylaminophenolsulfat (Orwo M143, Metol) schon bei einem pH-Wert von etwa 6 zu entwickeln vermag, ist beim Hydrochinon ein pH-Wert von mindestens 9,4 erforderlich. Bei beiden Ent-

wicklersubstanzen nimmt die Rapidität des Entwicklers mit steigendem pH-Wert beträchtlich zu, und zwar beim Hydrochinon noch stärker als beim 4-Methylaminophenolsulfat (Bild 2.40.).

Zu beachten ist, daß auch das Natriumsulfit alkalisch reagiert. Eine 5%ige Lösung von Natriumsulfit hat bereits einen pH-Wert von 8,0. Daher kann man mit der Vorratslösung A1 bestimmte Entwickler auch ohne Zugabe eines Anteils der Lösung B herstellen. Im Gebrauch ändert sich der pH-Wert eines solchen Entwicklers jedoch sehr bald, weshalb man ihn nur für den einmaligen Gebrauch vorsieht. Die Entwicklungszeiten betragen mindestens zehn Minuten. Es entsteht ein feines Silberkorn mit einer bräunlich gefärbten Anlagerung.

Je höher der Anteil der Lösung B in der Gebrauchslösung ist, desto größer ist aber nicht nur der pH-Wert, sondern auch die Pufferkapazität des Entwicklers. Das bedeutet praktisch, daß solche Entwickler sehr stabil arbeiten und ein hoher Ausnutzungsgrad erreicht werden kann.

Lösung C enthält das Antischleier- und Verzögerungsmittel Kaliumbromid. Die Entwicklersubstanzen in den Lösungen A1 und A2 reagieren unterschiedlich stark darauf. Beim Hydrochinon genügen schon geringe Mengen von Kaliumbromid, um eine starke Verzögerung herbeizuführen. Beim 4-Methylaminophenolsulfat braucht man dazu wesentlich größere Mengen. Sind nun in einer Gebrauchslösung Anteile beider Ent-

wicklungssubstanzen vorgesehen, dann läßt sich nicht nur durch deren Mengenverhältnis, sondern auch durch die Bemessung des Anteils an Kaliumbromid die Wirksamkeit der beiden Entwicklersubstanzen und damit der Charakter der Entwicklung steuern.

Im Abschnitt 2.4.2. wurde beispielsweise darauf verwiesen, daß das Rezept Orwo 74 (hart arbeitend) sich vom Rezept Orwo 71 (kräftig arbeitend) nur durch die unterschiedliche Menge an Kaliumbromid unterscheidet.

Mehrfach-Ansätze sind immer Kompromisse zwischen Forderungen und Möglichkeiten. Früher strebte man danach, möglichst viele Variationen von Ausgleichs-Feinkornentwicklern und mindestens einen Papierentwickler aus den Vorratslösungen zusammenstellen zu können. Wegen des breiten Sortiments an Negativplatten und -filmen der verschiedenen Hersteller war das auch notwendig. Heute kann man einen Feinkorn-Ausgleichsentwickler für alle Negativfilme aus einer Flasche haben (Orwo R 09). Daher berechnet man Mehrfach-Ansätze jetzt so, daß sich daraus Reproentwickler mit verschiedenen Eigenschaften, Entwickler für Dokumentenfilme und auch Positivfilme sowie Spezial-Papierentwickler zusammenstellen lassen.

Die Tabelle 2.8. gibt die Rezepte für die Teil- oder Vorratslösungen eines solchen Mehrfach-Ansatzes an.

Die Vorratslösungen sollen mit abgekochtem Wasser hergestellt werden. Für die Lösungen A 1 und A 2 soll es eine Temperatur von 30... 35°C und für die Lösungen B und C Zimmertemperatur haben. Auch das zum Verdünnen vorgesehene Wasser für die Gebrauchsansätze muß mit dem Kalkschutz Orwo A 901 aufbereitet werden.

Einige Vorschläge für die Zusammensetzung von Gebrauchslösungen enthält die Tabelle 2.9.

Die Mengenangaben in dieser Tabelle sollte man aber nicht als ein starres Schema ansehen. Durch Variation der Anteile von A 1, A 2, B und C ist ein großer Abstimm-bereich für den Charakter der Entwicklung gegeben. Hier eröffnet sich ein weites Feld für eigene Experimente.

S-21 entspricht dem Entwickler nach Rezept Orwo 22, über den im Abschnitt 2.4.3. berichtet wurde.

S-22 ist in seiner Zusammensetzung dem Entwickler nach Rezept Orwo 40 fast gleich und arbeitet auch wie dieser. Er wurde ausführlich im Abschnitt 2.4.4. behandelt.

Die Gradationskurven für einige Filmsorten sind in Bild 2.41. zu finden.

S-23 ist ein weich arbeitender Repro-Entwickler. Je nach der gewünschten Gradation beträgt die Entwicklungszeit 3... 5 min. Bei normalen Aufnahmematerialien wird etwa die gleiche Wirkung erzielt wie mit kräftig arbeitenden Negativentwicklern bei kurzen Entwicklungszeiten. Die Lichter werden jedoch weniger verflacht. Positiv- und Dokumentenfilme werden zu einer verhältnismäßig flachen Gradation entwickelt (Bild 2.42.).

S-24 ist ein normal arbeitender Reproentwickler. Die Entwicklungszeit beträgt 4 min bei 20°C. Auch er läßt sich nicht nur für die eigentlichen Repromaterialien einsetzen, wie die Gradationskurven in Bild 2.43. zeigen.

S-25 entspricht in seiner Wirkung dem Entwickler nach Rezept Orwo 71. Er ist also ein kräftig arbeitender Reproentwickler mit breitem Anwendungsbereich (vgl. Abschn. 2.4.2.).

Tabelle 2.8.: Vorratslösungen des Mehrfachansatzes S-2

Lösung A 1

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	20 g
Natriumsulfit	80 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung A 2

Orwo A 901	2 g
Natriumsulfit	92 g
Orwo H 142	20 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung B

Orwo A 901	2 g
Kaliumkarbonat	200 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung C

Kaliumbromid	20 g
Wasser bis auf	100 ml

Tabelle 2.9.: Gebrauchsansätze zum Mehrfachansatz S-2

	Entwickler S-21			Entwickler S-22		
Lösung A 1	40 ml	24 ml	16 ml	75 ml	45 ml	30 ml
Lösung A 2	400 ml	240 ml	160 ml	125 ml	75 ml	50 ml
Lösung B	250 ml	150 ml	100 ml	90 ml	54 ml	36 ml
Lösung C	25 ml	15 ml	10 ml	5 ml	3 ml	2 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

	Entwickler S-23			Entwickler S-24		
Lösung A 1	400 ml	240 ml	160 ml	50 ml	30 ml	20 ml
Lösung A 2				300 ml	180 ml	120 ml
Lösung B	100 ml	60 ml	40 ml	75 ml	45 ml	30 ml
Lösung C	30 ml	18 ml	12 ml	5 ml	3 ml	2 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

	Entwickler S-25			Entwickler S-26		
Lösung A 1	250 ml	150 ml	100 ml	250 ml	150 ml	100 ml
Lösung A 2	300 ml	180 ml	120 ml	300 ml	180 ml	120 ml
Lösung B	200 ml	120 ml	80 ml	200 ml	120 ml	80 ml
Lösung C	15 ml	9 ml	6 ml	30 ml	18 ml	12 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

	Entwickler S-27			Entwickler S-28		
Lösung A 1	150 ml	90 ml	60 ml	250 ml	150 ml	100 ml
Lösung A 2				50 ml	30 ml	20 ml
Lösung B	75 ml	45 ml	30 ml	200 ml	120 ml	80 ml
Lösung C	2 ml	20 gtt.	13 gtt.	20 ml	12 ml	8 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

Es werden 16 gtt. (Tropfen) auf 1 ml gerechnet.

Die Entwicklungszeit beträgt 3 ··· 4 min bei 20 °C. Man kann ihn auch als normal arbeitenden Papierentwickler einsetzen.

Wenn man die Anteile der Lösung C in den Gebrauchsansätzen des S-25 auf zwei Drittel der dort angegebenen Mengen vermindert, dann arbeitet der S-25 wie der Entwickler nach Rezept Orwo 1 (= Orwo 108). Das ist ein rapid und sehr kräftig arbeitender Negativentwickler, der auch als hart arbeitender Papierentwickler verwendet wird.

S-26 ist ein hart und sehr klar arbeitender Reproentwickler mit etwa den gleichen Eigenschaften wie der Orwo 74. Die Entwicklungszeit beträgt 4 ··· 5 min bei 20 °C.

S-27 wird als weich bis sehr weich arbeitender Papierentwickler benutzt. Einen Vergleich zwischen der Arbeitsweise des Orwo N 113 und der des S-27 bieten die Bilder 2.44. und 2.45. auf Seite 68.

S-28 hat etwa die gleiche Wirkung wie der S-24 (Bild 2.46.). Er wurde aus ökonomischen Gründen geschaffen. In der Praxis kommt es nämlich vor, daß die Vorratslösung A 2 schneller verbraucht wird als die Vorratslösung A 1. Falls für den Ansatz einer Gebrauchslösung des S-24 der Vorrat an A 2 nicht mehr ausreicht, kann man stattdessen den S-28 ansetzen. Auch im Fotolabor führen eben viele Wege zum gleichen Ziel.

Bild 2.41. Gradationskurven bei Entwicklung im S-22:

- 1) Orwo DK 5, 4 min bei 20 °C
- 2) Orwo PF 2, 3 min bei 20 °C
- 3) Orwo NP 15, 4 min bei 20 °C
- 4) Orwo NP 20, 4 min bei 20 °C

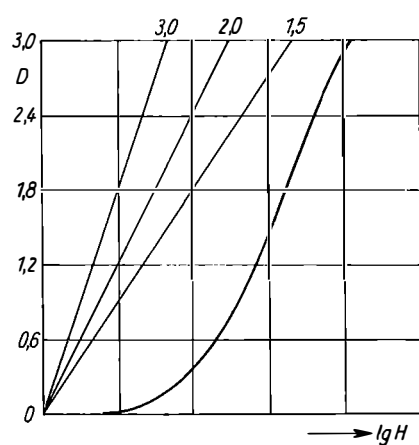
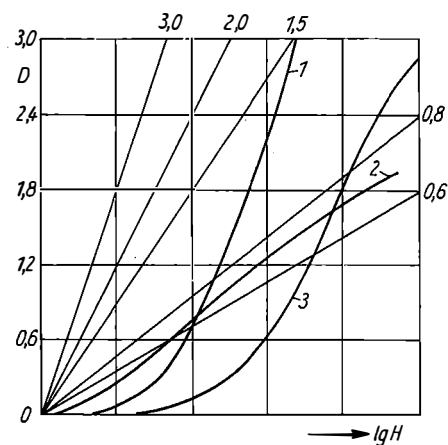
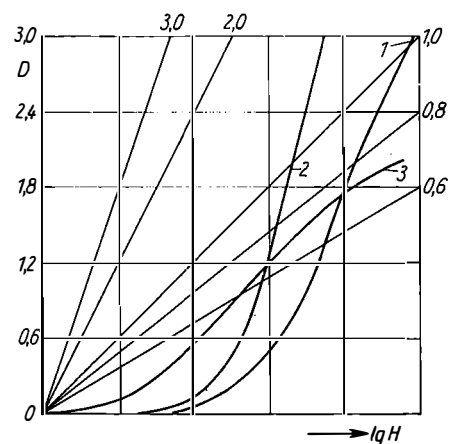
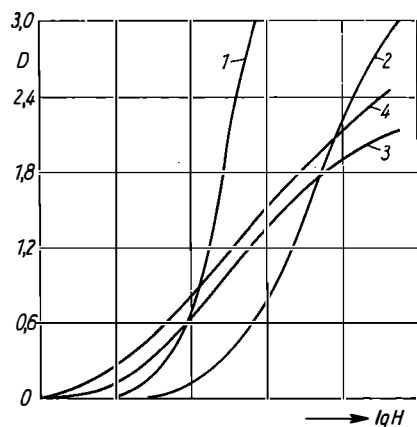
Bild 2.42. Gradationskurven bei Entwicklung im S-23:

- 1) Orwo DK 5, 4 min bei 20 °C
- 2) Orwo NP 15, 4 min bei 20 °C
- 3) Orwo PF 2, 4 min bei 20 °C

Bild 2.43. Gradationskurven bei Entwicklung im S-24:

- 1) Orwo PF 2, 4 min bei 20 °C
- 2) Orwo DK 5, 3 min bei 20 °C
- 3) Orwo NP 15, 4 min bei 20 °C

Bild 2.46. Gradationskurve des Orwo PF 2, entwickelt 4 min bei 20 °C im S-28



3. Technologie der Schnellentwicklung

3.1. Entwicklung von Platten und Filmen

Die Anwendung von Schnellentwicklungsverfahren setzt eine sehr präzise Arbeitsweise voraus und eine sorgfältige Anpassung an die gegebenen Arbeitsbedingungen. Ermittelte Bestwerte für die Bewegung der Filme im Entwickler, die Zeiten für den Badwechsel u. a. sind streng einzuhalten. Extrem kurze Zeiten werden erreicht, wenn das Negativmaterial vorbehandelt, das heißt eine Entwicklersubstanz (Orwo H 142) vor der Aufnahme in die Schicht eingebracht wird (Jänicke). Doch wird dieses Verfahren auf Sonderfälle beschränkt bleiben, zumal der apparative Aufwand sehr groß wird, wenn konstante Ergebnisse erzielt werden sollen. Im allgemeinen wird man den konfektionierten Orwo-Schnellentwickler A 37 verwenden, der sich durch lange Haltbarkeit (Monate), Regenerierfähigkeit und konstante Arbeitsweise auszeichnet.

Kleinbild- und Rollfilme werden bei der für das Negativmaterial vorgeschriebenen Beleuchtung oder im Dunkeln in der offenen und vorher gefüllten Dose entwickelt. Für die Zeitmessung kann z. B. die Belichtungsuhr verwendet werden, an die statt des Vergrößerungsgerätes ein Summer angeschlossen wird. Die Entwicklungszeiten sind nämlich sehr kurz. Sie betragen für die Negativfilme

Orwo NP 27	etwa 60 s
Orwo NP 20	etwa 45 s und
Orwo NP 15	etwa 30 s

bei 20 °C, wenn eine normale Steilheit erzielt werden soll. Natürlich können auch alle anderen Film- und Plattensorten, für die sonst ein kräftig arbeitender Negativentwickler benutzt wird, im Orwo A 37 entwickelt werden.

Bei der Entwicklung von Planfilmen hat es sich bewährt, sie mit einer Wäscheklammer aus Plast festzuhalten. Das ist besonders dann notwendig, wenn im Dunkeln entwickelt werden muß. Bei den kurzen Entwicklungszeiten kann man nicht erst lange mit der Filmzange herumfischen, um den Film wiederzufinden.

Für die Weiterbearbeitung gibt es verschiedene Wege, deren Wahl sich u. a. nach der Menge des zu verarbeitenden Materials und damit zusammenhängend des apparativen Aufwands richtet. Folgende Wege sind möglich:

1. Die kürzesten Zeiten werden bei Unterbrechung der Entwicklung im konfektionierten Orwo-Unterbrecher A 202 und anschließendem Fixieren im ebenfalls konfektionierten Orwo-Expreßfixierer A 324 in der Verdünnung 1+2 erreicht. Die Fixierzeiten betragen dann für die Negativfilme

Orwo NP 27	50 s
Orwo NP 20	40 s und
Orwo NP 15	25 s

bei 20 °C und frischem Fixierbad. Sehr wichtig ist dabei eine ständige Bewegung der Filme im Fixierbad.

Wird der Orwo A 324 in der normalen Ver-

dünnung von 1+4 benutzt, dann gelten folgende Fixierzeiten:

Orwo NP 27	80 s
Orwo NP 20	50 s und
Orwo NP 15	40 s

bei 20 °C und frischem Fixierbad. Es wird sich also nur selten lohnen, die konzentriertere Lösung zu verwenden.

2. Wenn die Filme gehärtet werden müssen, ist ein Härtefixierbad zu verwenden, das schnell arbeitet:

Härte-Schnellfixierbad nach Ansco

Lösung A:

Wasser	500 ml
Natriumthiosulfat	350 g

Lösung B:

Wasser	150 ml
Natriumsulfat	15 g
Essigsäure 98/100%	12,5 ml
Kaliumaluminiumsulfat	15 g

Lösung B wird zu Lösung A gefügt und mit Wasser auf 1 l aufgefüllt. Die Fixierzeit beträgt etwa 1,5 min. Das Bad darf nicht zu stark ausgenutzt werden. Die Unterbrechung der Entwicklung erfolgt zuvor in 2%iger Essigsäurelösung für die Zeit von 5 s bei ständiger starker Bewegung des Films. Für den Selbstansatz eines Entwicklers sind Vorschriften von Ansco und von DuPont zu empfehlen.

Schnellentwickler nach Ansco

Lösung I:

Orwo A 901	1 g
Orwo M 143	5 g
Natriumsulfat	30 g
Orwo H 142	10 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung II:

Orwo A 901	3 g
Natriumkarbonat	85 g
Wasser bis auf	1 l

Die Lösungen werden getrennt benutzt. Zunächst werden die Filme in Lösung I, dann in Lösung II behandelt. Durch die Dauer der jeweiligen Behandlungszeit kann die

Gradation gesteuert werden. Für den Orwo NP 27 sind für normalen Kontrast eine Behandlungszeit von 1 min in Lösung I und von 1,25 min in Lösung II erforderlich.

In der Literatur findet man ausnahmslos die Angabe, daß der Kontrast nur durch Variation der Behandlungszeit in der Lösung II beeinflusst werden kann. Das ist nicht zutreffend. Wird nämlich der Orwo NP 27 in der Lösung II nur 1 min behandelt, in der Lösung I dagegen 1,5 min, so wird (trotz veringerteter Behandlungszeit in II) ein Gamma von 1 erzielt.

Auf die gleichen Entwicklungszeiten kommt man mit dem Schnellentwickler von Du Pont.

Du Pont 8-D

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	1,5 g
Natriumsulfat	22,5 g
Orwo H 142	6 g
Natriumkarbonat	34 g
Kaliumbromid	1 g
Wasser bis auf	1 l

Bei einer Entwicklungszeit von 2 min bekommt man beim Orwo NP 27 bereits kräftige Negative, und bei 2,5 min wird schon ein Gamma von 1,2 erreicht.

Einen Vergleich der beschriebenen Entwickler soll die Tabelle 3.1. erleichtern.

Auch die Wässerungs- und Trockenzeiten nach dem Fixieren können abgekürzt werden. Für eine schnelle Weiterverarbeitung von Negativen ist die Schnelltrocknung in kaltgesättigter Kaliumkarbonatlösung günstig. Der Ansatz dieser Lösung muß mit möglichst kaltem Wasser vorgenommen werden, da der Lösungsvorgang exotherm verläuft. Dem Wasser ist vorher je nach Härtegrad eine entsprechende Menge Orwo-Kalkschutzmittel A 901 zuzufügen.

Für die Beschickung einer Kleinbild-Entwicklungsdose werden 250 g Kaliumkarbonat in 275 ml kaltem Wasser gelöst. Man erhält 375 ml Lösung.

Für Rollfilm-Entwicklungsdosen mit 600 ml Inhalt werden 400 g Kaliumkarbonat in 440 ml kaltem Wasser gelöst, um 600 ml Lösung zu erhalten.

Die Filme werden 20 ... 30 s lang in der Lösung gebadet und anschließend mit einem

die Feuchtigkeit gut aufnehmenden Tuch trockengerieben.

Wenn die Negative aufbewahrt werden sollen, muß nach dem Kopieren oder Vergrößern die normale Wässerung und Trocknung unbedingt nachgeholt werden. Das in der Schicht verbleibende Kaliumkarbonat ist nämlich hygroskopisch. Dadurch verderben die Negative schon nach wenigen Tagen.

Bei größeren Mengen Negativmaterial, bei denen das Schnelltrocknungsverfahren nicht anwendbar ist, oder wenn sofort archivierbares Negativmaterial gefordert wird, kann man wie folgt verfahren.

Die Negative werden 1 min lang unter fließendem Wasser gewässert und dann 3 min lang in einer 0,2%igen Chloraminlösung bei kräftiger Bewegung behandelt. Danach erfolgt wieder für etwa 1 min eine Wässerung in fließendem Wasser. Anschließend werden sie 3 min lang in einer 60 ... 70%igen Methanollösung, der eine entsprechende Menge Orwo-Netzmittel F 905 zugesetzt ist, behandelt und dann nach Abwischen der Rückseite mit einem Lederlappen im Warmluftstrom getrocknet. Das Trocknen dauert etwa 1 min.

3.2. Entwicklung von Fotopapier

Das zu einer normalen Gradation entwickelte Negativ wird auf Kontakt- oder Vergrößerungspapier normaler Gradation kopiert oder vergrößert.

Die Entwicklung erfolgt im Orwo-Schnellentwickler A 37, der in der gleichen Weise wie für Filme anzusetzen ist. Bei richtiger Belichtung beträgt die Entwicklungszeit 30 ... 40 s bei 20°C. Durch Erhöhen der Entwickler-temperatur sind noch kürzere Zeiten erreichbar.

Zum Unterbrechen wird am zweckmäßigsten das konfektionierte Unterbrecherbad Orwo A 202 verwendet. Da der Orwo A 37 stark alkalisch ist, muß das Unterbrecherbad häufiger gewechselt werden als bei anderen Entwicklern. Wichtig ist ferner eine kräftige Bewegung des Papiers im Unterbrecherbad. Die Schale sollte deshalb nicht zu klein gewählt werden.

Man kann zum Unterbrechen auch ein Kaliumdisulfidbad verwenden, das nach folgender Vorschrift angesetzt wird:

Unterbrecher Orwo 201

Kaliumdisulfid	40 g
Wasser bis auf	1 l

Keinesfalls sollten Essigsäurebäder verwendet werden, weil dadurch die Auswässerungszeit nach dem Fixieren verlängert werden würde.

Das Fixieren erfolgt im konfektionierten Orwo-Expreßfixierer A 324 in der Verdünnung 1+6. Das Fixierbad wird mit dem Unterbrecher Orwo A 202 nach Vorschrift des Herstellers angesäuert.

Die Positive sind im Fixierbad ebenfalls ständig stark zu bewegen. Kontakt- und Vergrößerungspapiere sind bei einer Badtemperatur von 20°C in 60 s ausfixiert. Bei Dokumentenpapier beträgt die Fixierzeit nur 50 s. Voraussetzung für die kurzen Fixierzeiten ist ein nicht zu stark ausgenutztes Unterbrecherbad.

Die Wässerung nimmt in der üblichen Form die längste Behandlungszeit in Anspruch. Sie kann jedoch erheblich verkürzt werden, wenn wie folgt verfahren wird.

Die Positive werden 1 min lang in fließendem Wasser mit einer Mindesttemperatur von 20°C gewässert. Besser sind aber Wassertemperaturen um 40°C.

Dann wird für etwa 3 min eine Zwischenbehandlung in einem Bad der Zusammensetzung

Wasser	1 l
Chloramin	4 g

vorgenommen. Anschließend werden die Positive wieder 1 min lang in warmem fließendem Wasser mit einer Mindesttemperatur von 27°C oder 2 min lang bei 20°C gewässert. Danach können sie auf der Trockentrommel getrocknet werden. Bei kartonstarken Papieren ist die Behandlungszeit im Chloraminbad auf 4 min und die anschließende Schlußwässerung je nach Wassertemperatur auf 2 ... 4 min auszudehnen. Länger als 3 bzw. 4 min sollte im Chloraminbad, das dazu dient, das Fixiersalz in der Schicht und im Papierfilz zu zerstören, nicht behandelt werden.

Vom Beginn der Entwicklung an gerechnet kann also nach etwa 10 min das fertige Bild vorliegen.

Tabelle 3.1.: Daten für die Entwicklung des Orwo NP 27

Entwickler	Orwo A 37		Anso		Du Pont 8-D	
Entwicklungszeit in s	60	90	60+75	90+60	120	150
Empfindlichkeitsverlust in DIN	3	—	4	3	3	1
Gamma etwa	0,7	0,85	0,7	1	0,75	1,2

Man erhält Chloramin u. a. in Apotheken als chemisch reine Ware und als Rohchloramin. Chloramin rein ist vorzuziehen. Beim Auflösen von Rohchloramin in Wasser bleibt ein weißer Rückstand, der durch Filtrieren oder vorsichtiges Dekantieren entfernt werden muß.

Die chemische Bezeichnung für Chloramin ist 4-Methylbenzolsulfonchloramidnatrium oder p-Toluolsulfonchloramidnatrium. Im Deutschen Arzneibuch wird es unter den Bezeichnungen „Tosylchloramidnatrium DAB 7“ (= chem. rein) und „Tosylchloramidnatrium crudum DAB 7“ (Rohchloramin) geführt.

Schnelle Entwicklungszeiten sind auch bei der Entwicklung größerer Mengen an Dokumentenpapier erwünscht. Die kurzen Zeiten, die bei der Benutzung des Orwo A 37 möglich sind, rechtfertigen den Einsatz dieses relativ teuren Entwicklers.

Bei einer Badtemperatur von 20 °C ist ein Blatt Dokumentenpapier bei richtiger Belichtung in 15 s ausentwickelt. Mit höheren Badtemperaturen lassen sich noch kürzere Zeiten erreichen. Bei 25 °C beträgt die Entwicklungszeit etwa 10 s und bei 30 °C etwa 5...7 s.

Um das Dokumentenpapier ausreichend bewegen zu können, muß man es oben und unten mit je einer Papierzange anfassen. Es ist auch zweckmäßig, den Schnabel der Papierzange durch innen eingeklebte Kunststoffstege, deren Länge etwa der Papierbreite entspricht, zu verbreitern. Dann kann sich das Papier nicht in der Längsrichtung zusammenrollen. Die Schale soll etwa doppelt so groß sein wie das Papierformat und nicht zu knapp gefüllt sein.

Der Badwechsel zum Unterbrecherbad (und anschließend zum Fixierbad) sollte natürlich auch schnell vonstatten gehen. Wenn man nicht wartet, bis der letzte Tropfen Entwickler vom Papier abgelaufen ist, scheint zwar viel davon in das Unterbrecherbad verschleppt zu werden. Aber da der Papierfilz

bei der kurzen Entwicklungszeit nur wenig Entwickler aufsaugen kann, bleibt die verschleppte Menge verhältnismäßig gering. Die schon bei normaler Badtemperatur sehr kurze Entwicklungszeit ist besonders dann von Bedeutung, wenn auch ein Schnellfixierbad verwendet wird. Entweder nimmt man den konfektionierten Orwo-Expreßfixierer A 324 oder setzt ein Schnellfixierbad nach folgender Vorschrift an:

Schnellfixierbad F-2

Orwo A 300, Teil B	300 g
Ammoniumchlorid	85 g
Orwo A 300, Teil A	20 g
Wasser bis auf	1 l

Bei einer Badtemperatur von 20 °C reicht für Dokumentenpapier bei reichlicher Bewegung eine Fixierzeit von 20 s aus.

Die Geschwindigkeit des Auswässerns hängt bekanntlich von der Temperatur des Wassers ab. Das Dokumentenpapier verträgt ohne vorherige Härtung der Schicht für kurze Zeit selbst Temperaturen bis zu 80 °C. Daher kann man in der Praxis ohne Bedenken die Wässerung bei einer Temperatur von etwa 40 °C vornehmen. Bei fließendem Wasser reichen dann vier Minuten Wässerungszeit völlig aus.

4. Entwicklung in getrennten Lösungen

Die Entwicklung in getrennten Lösungen ist grundverschieden von der Zweischalentwicklung. Bei der Zweischalentwicklung werden zwei verschiedene Entwickler benutzt, deren Eigenschaften unterschiedlich sind. Bei der Entwicklung in getrennten Lösungen hingegen handelt es sich nur um einen Entwickler.

Ein normaler Entwickleransatz enthält im Lösungsmittel Wasser alle wirksamen Bestandteile: Entwicklersubstanz bzw. -substanzen, Konservierungsmittel, Aktivierungsmittel (alkalische Substanz), Antischleiermittel und teilweise noch spezielle Zusätze. Es ist jedoch keineswegs zwingend notwendig, daß alle Substanzen in einer Lösung vorhanden sind. Man nimmt dabei manchmal sogar Nachteile (z. B. kurze Haltbarkeit) in Kauf.

Bei der Methode der Entwicklung in getrennten Lösungen werden die Bestandteile eines Entwicklers auf zwei Lösungen verteilt. Die Lösung 1 enthält die Entwicklersubstanz bzw. -substanzen, das Konservierungsmittel, ein Antischleiermittel und manchmal noch spezielle Zusätze. Die Lösung 2 enthält das Aktivierungsmittel, das auch ein Puffergemisch sein kann, und manchmal auch noch ein Konservierungsmittel. Abweichungen von diesem Grundschema kommen vor. So ist das Antischleiermittel verschiedentlich auch in der Lösung 2 zu finden. Das Entwicklungsgut (Film, Platte, Papier) wird zunächst in der Lösung 1, danach – bei einigen Vorschriften nach kurzem Abspülen

in Wasser – in der Lösung 2 behandelt. Die gewünschte Gradation wird im allgemeinen durch Variation der Behandlungszeit in der Lösung 1 eingestellt.

Vor einigen Jahrzehnten wurde die Entwicklung in getrennten Lösungen auch bei normalen Aufnahmen viel benutzt. Heute ist sie eine Spezialmethode, die hauptsächlich dann angewendet wird, wenn beim Ansatz des Entwicklers in nur einer Lösung die Haltbarkeit zu gering wäre oder wenn der Entwickler bei längerem Gebrauch seine Eigenschaften zu schnell ändern würde. Das trifft besonders für Entwickler mit hohem pH-Wert zu (Schnellentwickler, Entwickler zum Erreichen eines hohen Negativ- oder Positivkontrastes).

Ein typisches Beispiel ist der Röntgen-Schnell-Entwickler Orwo 35, der häufig auch für Fototechnische Filme benutzt wird.

Orwo 35

Lösung 1:	
Orwo A 901	2 g
Natriumsulfid	100 g
Brenzkatechin	100 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung 2:	
Orwo A 901	2 g
Natriumhydroxid	60 g
Kaliumbromid	100 g
Wasser bis auf	1 l

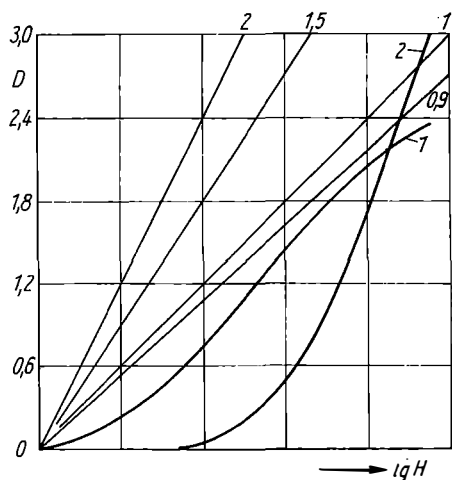


Bild 4.1. Gradationskurve des Orwo NP 15 (1) und des Orwo PF 2 (2) im D-1 entwickelt

Behandlungszeiten: In Lösung 1 30 s, anschließend ohne abzuspülen in Lösung 2 30 s. Lösung 1 ist jahrelang, Lösung 2 einige Wochen haltbar. Werden Teile der Lösung 1 mit gleichen Teilen der Lösung 2 gemischt und zum Entwickeln benutzt, dann beträgt die Haltbarkeit nur wenige Stunden. Für viele Filmsorten (außer den hochempfindlichen) ist der Rapid-Entwickler D-1 gut geeignet:

Rapid-Entwickler D-1

Lösung 1:

Orwo A 901	2 g
Natriumsulfit	10 g
Orwo H 142	50 g
Kaliumzitrat	6 g
Kaliumbromid	4 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung 2:

Kaliumhydroxid	200 g
Wasser, dest., bis auf	1 l

Beim Orwo-Negativfilm NP 15 wird bei einer Behandlungszeit von 20 s in Lösung 1 und 10 s in Lösung 2 etwa Gamma 1 erzielt (Bild 4.1.).

Der Orwo PF 2 wird bei einer Behandlungszeit von 25 s in Lösung 1 und 10 s in Lösung 2 zum g-Wert 1,6 (gemessen zwischen $S = 0,3$ und $S = 1,3$) entwickelt (Bild 4.1.). Für den geraden Teil der Schwärzungskurve zwischen den Werten $1 \leq S \leq 3$ wird Gamma 2,7 erreicht.

Durch Entwickler-Oxydationsprodukte wird die Lösung 2 sehr schnell braun gefärbt. Das Aktivierungsvermögen der Lösung wird dadurch allerdings nicht vermindert. Man kann diese Verfärbung weitgehend hinauszögern, wenn man der Lösung 2 etwa 25 g/l oder mehr Natriumsulfit zufügt. Als Unterbrecher ist eine Lösung von 40 g Kaliumdisulfit in 1 l Wasser und als Fixierbad der Orwo-Expreßfixierer A 324 zu empfehlen. Die Methode der Entwicklung in getrennten Lösungen ist im Kleinlabor besonders vorteilhaft in der Reprotechnik – speziell der Mikrodokumentation – zu verwenden. Wenn man etwa mehrere hundert Seiten eines auf Kleinbilddfilm aufgenommenen Buches rückvergrößern will, dann spielt der Zeitfaktor schon eine erhebliche Rolle. Zwar ist es möglich, die Entwicklungszeit dadurch zu verkürzen, daß man die Temperatur des Entwicklers auf etwa 24 °C oder gar auf 27 °C erhöht. Das Dokumentenpapier kann ja sogar „noch heißer gebadet“ werden. Aber begünstigt durch die große Kontaktfläche zur Luft und die ständige Umwälzung des Entwicklers in der Schale oxydiert er sehr rasch und wird damit unbrauchbar. Von den konfektionierten Entwicklern wird für die Entwicklung von Dokumentenpapier vielfach der Orwo-Spezial-Papierentwickler B 104 benutzt. Er ist in fester Form konfektioniert und besteht aus zwei Teilen. Das legt den Gedanken nahe, diesen Entwickler als Grundlage für ein Rezept zur Entwicklung in getrennten Lösungen zu verwenden

(Zweibad-Entwickler D-2). Wenn längere Haltbarkeit gewünscht wird, was immer der Fall sein wird, wenn die Arbeit zwischen- durch auf einige Zeit unterbrochen werden muß, gibt man der Lösung 1 Natriumsulfat zu. Damit lautet das Rezept wie folgt:

Zweibad-Entwickler D-2

Lösung 1:	
Orwo A 901	2 g
Natriumsulfat	75 g
Teil 2 von Orwo B 104	12,5 g
Wasser bis auf	1 l
Lösung 2:	
Teil 1 von Orwo B 104	110 g
Wasser bis auf	1 l

Bei einer Badtemperatur von 24 °C betragen die Behandlungszeiten für Dokumenten- papier 15 s in Lösung 1 und 20 s in Lösung 2. Die Lösung 2 wird zwar im Gebrauch sehr bald braun gefärbt, wenn man ihr nicht mindestens 25 g/l Natriumsulfat zugibt, doch ist dies ohne Einfluß auf die Entwicklung. Das nachfolgende Unterbrecherbad sollte jedoch häufiger gewechselt werden. Wenn die Lösung 2 zwischendurch erneuert wird und nicht mehr genug Substanz aus Teil 1 des Orwo B 104 vorhanden ist, kann dafür ersatzweise das Rezept DO-2 benutzt werden.

Aktivafor DO-2

Orwo A 901	2 g
Natriumsulfat	20 g
Natriumkarbonat	45 g
Wasser bis auf	1 l

Aus der Vielzahl der Vorschriften sei noch das Rezept D-4 für Leser, die den Selbst- ansatz bevorzugen, mitgeteilt. Es ist beson- ders für Filme geeignet.

Zweibad-Entwickler D-4

Lösung 1:	
Orwo A 901	2 g
Kaliumdisulfat	25 g
Orwo H 142	25 g
Kaliumbromid	12,5 g
Wasser bis auf	1 l

Lösung 2:	
Orwo A 901	3 g
Natriumsulfat	20 g
Natriumhydroxid	25 g
Wasser bis auf	1 l

Nach der Behandlung in Lösung 1 wird der Film ganz kurz in mit Orwo A 901 aufberei- tetem Wasser abgespült und dann die Be- handlung in Lösung 2 fortgesetzt. Behandlungszeiten bei 24 °C:

	<i>in 1</i>	<i>in 2</i>
FU 5	15 s	20 s
DK 5	30 s	20 s

Dabei wird beim Orwo FU 5 Gamma 5 und beim Orwo DK 5 mindestens Gamma 3,2 er- zielt. Natürlich können auch andere Filme im D-4 entwickelt werden.

In Bild 4.2. können die Gradationskurven für den Orwo DK 5 bei der Entwicklung im Orwo A 71 und im D-4 miteinander verglichen werden. Es zeigt außerdem die Gradations- kurve für den Orwo FU 5 bei der wie oben angegebenen Entwicklung im D-4.

Bei der Entwicklung in getrennten Lösungen wird, wie schon erwähnt, die Gradation hauptsächlich durch die Dauer der Behand- lung in der Lösung 1 bestimmt. Bei der Be- handlung in der Lösung 2 ist der Entwick- lungsprozeß abgeschlossen, sobald die in die Schicht diffundierte Entwicklermenge der Lösung 1 verbraucht ist. Wird die dafür be- nötigte Zeit überschritten, so wird zwar nichts bewirkt, aber auch nichts verdorben. Wird die Behandlungszeit in der Lösung 1 ver- längert, so wird die Gradation steiler. Aller- dings nimmt auch der Schleier zu. Der Ent- wickler ist also auf eine untere Grenze der Entwicklungszeit abgestimmt.

Es gibt aber auch Entwickler, die auf eine obere Grenze der Entwicklungszeit abge- stimmt sind. Bei ihnen tritt von einem be- stimmten oberen Grenzwert der Behand- lungszeiten in den Lösungen 1 und 2 keine Veränderung mehr ein. Man macht von ihnen vorteilhaft dann Gebrauch, wenn mehrere Filme – insbesondere viele Plan- filme – nacheinander zum gleichen Gamma entwickelt werden sollen, wie beispielsweise bei Großfotos oder Panoramafotos, die aus mehreren Einzelaufnahmen zusammengesetzt werden.

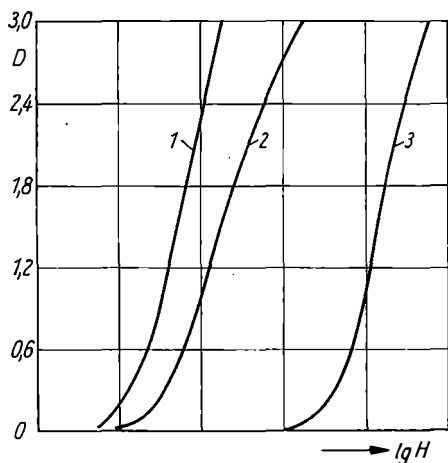


Bild 4.2. Gradationskurven des Orwo DK 5 und des Orwo FU 5:

- 1) DK 5 im Orwo A 71
- 2) DK 5 im D-4
- 3) FU 5 im D-4 entwickelt

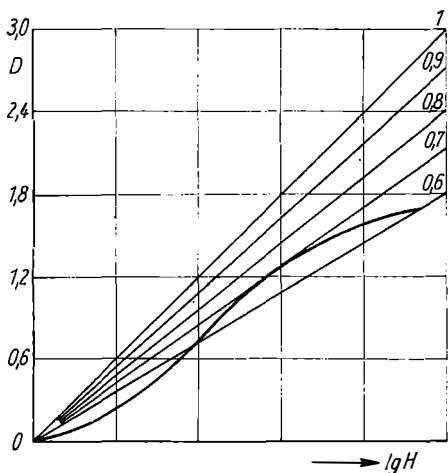


Bild 4.3. Gradationskurve des Orwo NP 15 bei Entwicklung im D-8

Auch bei diesen Entwicklern enthält die Lösung 1 die Entwicklersubstanzen und höchstens eine geringe Menge Alkali oder auch Säure, um einen bestimmten pH-Wert einzustellen, von dem die Gradation weitgehend mitbestimmt wird.

Die angegebenen Behandlungszeiten dürfen nicht unterschritten werden, wenn das angestrebte Ziel erreicht werden soll. Bekannte Entwicklervorschriften dieser Art sind

die von Staude. Für überbelichtete Aufnahmen sind diese Entwickler nicht geeignet, da die Negative dann flau werden. Für Kleinbildfilme sind sie bedingt brauchbar. Wird guter Kontrastaussgleich verlangt und ein feineres Korn, dann ist die Vorschrift D-8 zu empfehlen. Sie ist besonders für Planfilme NP 15 gedacht, aber auch für Kleinbildfilme geeignet. Der Entwickler arbeitet brillant (Bild 4.3.).

	Staude	Staude	Staude	D-8
Lösung 1				
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g	2 g
Orwo M 143	4 g	4 g	3 g	5 g
Natriumsulfit		9 g		100 g
Kaliumdisulfit	30 g		30 g	
Orwo H 142	10 g	10 g	7,5 g	8 g
Kaliumkarbonat			1,3 g	
Kaliumbromid	2 g	2 g	2 g	
Essigsäure 98/100%		3 ml		
Zitronensäure				14 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
pH-Wert	4,0	6,0	6,3	7,0
Lösung 2				
Orwo A 901	3 g	3 g	3 g	2 g
Kaliumkarbonat	100 g	100 g	100 g	
Natriumsulfit	10 g	10 g	10 g	4 g
Natriumkarbonat				20 g
Natriumtetraborat				5 g
Kaliumbromid	2 g	2 g	2 g	
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l
Behandlungszeiten: 4 Minuten in Lösung 1, anschließend ohne abzuspülen 4 Minuten in Lösung 2				

5. Fixierentwicklung

Allgemein gilt die Regel, daß schon Spritzer von Fixierbad genügen, um einen Entwickler völlig zu verderben. Dennoch gibt es Entwickler, die in einem Bad gleichzeitig entwickeln und fixieren. Als Grundbestandteil kommen mehr oder weniger alle kontrastreich arbeitenden Entwickler in Frage. Meistens werden noch Entwicklungsbeschleuniger zugesetzt.

Freilich vertragen nicht alle Entwicklersubstanzen den Zusatz von Natriumthiosulfat. Verwendbar sind 4-Methylaminophenolsulfat (Orwo M 143, Metol), Glycin (Orwo G 141), Hydrochinon (Orwo H 142), 1-Phenyl-3-pyrazolidon (Phenidon) und deren Kombinationen.

Der Anteil an Natriumthiosulfat liegt zwischen 5 und 15%. Er ist von der Zusammensetzung des Entwicklers und von der Emulsion abhängig, für die der Fixierentwickler bestimmt ist.

Ammoniumthiosulfat läßt sich als Fixiermittel nicht verwenden, da aus den damit angesetzten Fixierentwicklern Ammoniak frei wird, wodurch Schleier erzeugt wird.

Das Problem der Fixierentwicklung ist die Abstimmung der beiden nebeneinander ablaufenden Vorgänge des Entwickelns und des Fixierens, die nur für eine bestimmte Filmsorte optimal möglich ist.

Da beide Vorgänge gleichzeitig beginnen, kann natürlich die Empfindlichkeit des Films nicht voll ausgenutzt werden. Auch bei sehr genauer Abstimmung wird man meistens den Film doppelt so lange belichten müssen

wie bei normaler Entwicklung. Die maximale Schwärze und der Schleier werden ebenfalls vermindert.

Konfektioniert gibt es den Orwo-Fixierentwickler F 199, der für die Verarbeitung des Orwo Dokumentenfilms DK 5 bzw. DK 51 bestimmt ist. Der damit erzielbare Rationalisierungseffekt läßt sich durch einen Vergleich der Arbeitsvorschriften für die normale Entwicklung und für die Fixierentwicklung ermitteln.

Wird der DK 5 beispielsweise auf der Grundlage der Orwo-Vorschrift 1100 im Orwo A 71 entwickelt und im Orwo A 324 (1+4) fixiert, so benötigt man für die Entwicklung eines Films einschließlich der Wässerung etwa 21 min. Bei der Fixierentwicklung im Orwo F 199 sind es bei der Dosenentwicklung einschließlich des Wässerns nur 7 min.

Der Vorteil der erheblich kürzeren Verarbeitungszeit bei der Fixierentwicklung im Orwo F 199 wird noch dadurch vergrößert, daß bei richtiger Belichtung die Filme stets zu der gleichen Gradation und Dichte entwickelt werden. Das resultiert aus der Zwangsläufigkeit, mit der die Prozesse des Entwickelns und des Fixierens nebeneinander ablaufen. Die Belichtungszeit muß wegen der geringeren Empfindlichkeitsausnutzung jedoch etwa verdoppelt werden.

Der Orwo F 199 ist keineswegs nur für Großverbraucher gedacht. Auch der Amateur kann ihn vorteilhaft verwenden. Da er in luftdicht verschlossener Flasche viele Wochen lang haltbar ist, ist er auch für den

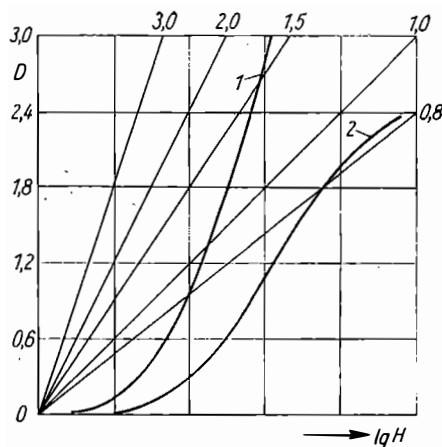
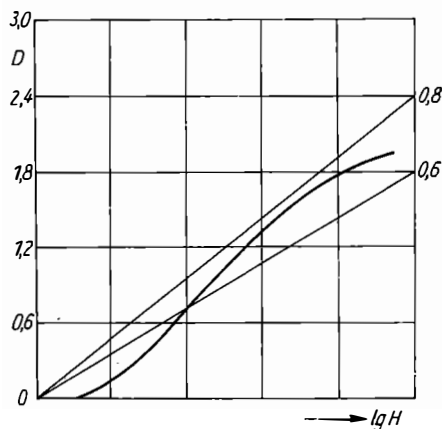


Bild 5.1. Gradationskurve bei Fixierentwicklung im Orwo F 199:

- 1) Orwo DK 5, 4 min bei 25°C
- 2) Orwo PF 2, 5 min bei 25°C

Bild 5.2. Gradationskurve des Orwo NP 15 bei Fixierentwicklung im Orwo F 199, 7 min bei 25°C



Amateur trotz des gegenüber anderen Entwicklern höheren Preises rentabel.

Bei der Dosenentwicklung ist besonders auf eine ständige intensive Bewegung des Films zu achten. Die Badtemperatur soll 25°C betragen. In einem Liter Orwo F 199 lassen sich etwa 17 m Normalfilm einwandfrei verarbeiten. Bild 5.1. zeigt die Gradationskurve des Orwo DK 5 bei einer Entwicklungszeit von 4 min in der Dose.

Der sich beim Gebrauch bildende Niederschlag stört den Entwicklungsprozeß nicht und braucht deshalb auch nicht durch Filtrieren entfernt zu werden. Längere Zeit hindurch benutzte Geräte (Entwicklerflaschen, Entwicklungsdosen, Thermometer usw.) bedürfen allerdings einer gründlichen Reinigung,

bevor man sie für andere Zwecke verwendet. Obwohl der Orwo F 199 vom Hersteller ausschließlich für die Verarbeitung des Orwo DK 5/DK 51 bestimmt ist, lassen sich auch andere Filmsorten darin verarbeiten, wenn das erzielbare Ergebnis wünschenswert erscheint.

Wird beispielsweise der Orwo-Positivfilm PF 2 etwa 5 min bei 25°C im Orwo F 199 entwickelt, so erhält man die in Bild 5.1. dargestellte Gradationskurve. Die Belichtungszeit ist gegenüber der bei normaler Entwicklung zu verdoppeln. Bei langen Belichtungszeiten ist außerdem der Schwarzschildeffekt zu berücksichtigen. Als Anwendungsbeispiel sei die Herstellung von Dias von harten Negativen genannt. Da maximal eine Schwärzung von $S = 2,4$ erreicht wird, treten im Dia auch keine pechigen Schwärzen auf. Außerdem ist das Dia absolut frei von Schleier.

Sogar der Orwo NP 15 läßt sich im Orwo F 199 entwickeln (Bild 5.2.).

Wer gerne experimentiert, kann sich für bestimmte Zwecke auch einen eigenen Fixierentwickler mixen.

Zunächst wählt man für das zu entwickelnde Material ein geeignet erscheinendes Entwicklerrezept aus. Wie schon gesagt, kommen nur relativ schnell arbeitende Entwickler in Frage. Die Entwicklungszeit für das betreffende Material wird im allgemeinen bekannt sein. Andernfalls ist sie durch Versuche zu ermitteln. Sie möge beispielsweise 4 min betragen.

Bild 5.3. Gradationskurven bei Fixierentwicklung im Orwo A 71 mod:

- 1) Orwo PF 2, 6 min bei 20 °C
- 2) Orwo DK 5, 6 min bei 20 °C

Bild 5.5. Gradationskurve des Orwo NP 15 bei Fixierentwicklung im Orwo A 71 mod, 10 min bei 20 °C

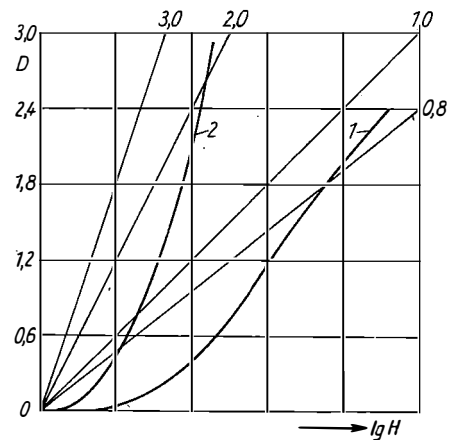
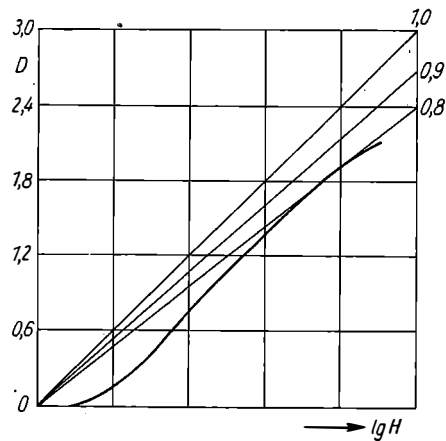
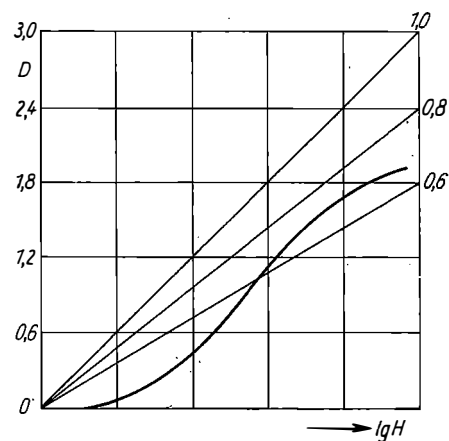
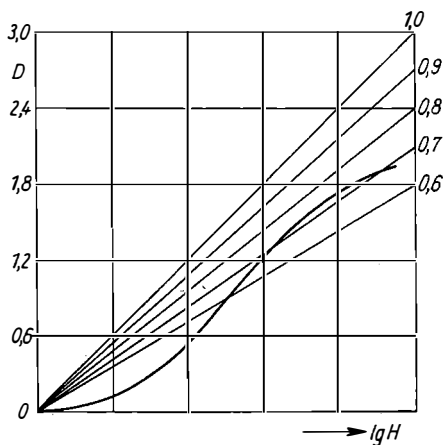


Bild 5.6. Gradationskurve des Orwo NP 15, 4 min bei 20 °C im Fixierentwickler nach Keelan entwickelt

Bild 5.7. Gradationskurve des Orwo PF 2, 3 min bei 20 °C im Fixierentwickler nach Keelan entwickelt



Nun ist die Konzentration von Natriumthiosulfat in Wasser zu ermitteln, bei der das betreffende Material in dieser Zeit fixiert ist. Die Klärzeit gibt dafür den ersten Anhaltspunkt. Sie stimmt aber noch nicht mit der Fixierzeit überein. Das läßt sich leicht in der Weise überprüfen, daß man die geklärte (aber nicht entwickelte!) Filmprobe nach kurzem Wässern in einen sehr kräftig arbeitenden Entwickler – etwa Orwo MH 28 (1+1) – gibt. Schon nach einer Minute Entwicklungszeit wird nämlich ein kräftiger Grauschleier entstehen.

Man verfährt nun so, daß man die folgenden Filmproben jeweils eine Minute länger fixiert und anschließend die Entwicklerprobe macht. Wenn auch nach längerer Entwicklungszeit der Film klar bleibt, dann hat man die für diese Natriumthiosulfat-Konzentration notwendige Fixierzeit gefunden. Ist die Fixierzeit länger als die Entwicklungszeit in dem ausgewählten Entwickler (in unserem Beispiel also 4 min), so muß die Konzentration der Natriumthiosulfatlösung allmählich so erhöht werden, daß schließlich eine Fixierzeit von 4 min erreicht wird.

Waren nun beispielsweise zuletzt 50 g Natriumthiosulfat in 1 l Lösung enthalten, so wird man jetzt dem ausgesuchten Entwickler 50 g Natriumthiosulfat auf 1 l Entwicklerlösung zufügen.

Es muß allerdings nicht in allen Fällen so sein, daß die Fixierzeit gleich der Entwicklungszeit ist. Man kann die Fixierzeit auch etwas länger wählen, um die Entwicklung nicht zu stark abzubremsen. Zu gering darf der Gehalt an Natriumthiosulfat im Fixierentwickler andererseits nicht werden, da sonst die Entwicklung ungleichmäßig wird.

Der Gehalt an Natriumthiosulfat beeinflusst maßgeblich den Charakter der Entwicklung. Je mehr Natriumthiosulfat zugegeben wird, desto härter arbeitet der Entwickler. Parallel damit wird allerdings die Empfindlichkeitsausnutzung des zu verarbeitenden Films geringer. Sie soll um nicht mehr als 3 DIN abnehmen.

Die Entwicklungszeit für den „hausgemachten“ Fixierentwickler muß man durch Versuche gesondert bestimmen. Sie wird meistens etwas länger sein als für den ursprünglichen Entwickler.

Für jedermann leicht realisierbar ist die

Modifizierung des Orwo-Reproentwicklers A 71 zu einem Fixierentwickler. Für viele Anwendungszwecke wird eine Zugabe von 50 g Natriumthiosulfat krist. auf 1 l Entwicklerlösung richtig sein.

Wenn nicht anders greifbar, kann man das Natriumthiosulfat der für 10 l Fixierbad konfektionierten Packung des Orwo A 300 sauer entnehmen. Der größere Teil der aus zwei Teilen bestehenden Packung enthält das Natriumthiosulfat. Man kann aber auch 32 g der Substanz einer Packung Orwocolor C 71 je 1 l A 71 zugeben.

Bild 5.3. zeigt die Gradationskurven für den Orwo PF 2 und den Orwo DK 5 bei einer Fixierentwicklung von 6 min bei 20 °C im modifizierten Orwo A 71.

Neben den Fototechnischen Filmen mit geringer Empfindlichkeit kann man sogar einen Negativfilm wie den Orwo NP 15 in diesem Fixierentwickler entwickeln. Die Gradation ist recht steil. In der Praxis kann sie zusammen mit der relativ hohen Empfindlichkeit des NP 15 wünschenswert und auch ausreichend sein, wenn etwa ohne zusätzliche Lichtquellen Strichreproduktionen aus freier Hand (z. B. in Lesesälen von Bibliotheken) gemacht werden sollen. Bild 5.4. auf Seite 68 wurde auf diese Weise gemacht. Noch bessere Ergebnisse erhält man in diesem Fall, wenn man die Entwicklungstemperatur auf 25 °C erhöht. Bild 5.5. zeigt die Gradationskurve des Orwo NP 15 bei einer Entwicklungszeit von 10 min bei 20 °C im Orwo A 71 mod.

Es gibt dabei jedoch noch eine Klippe. Der Film NP 15 wird in diesem Fixierentwickler nicht entfärbt. Zur Entfärbung muß er nach kurzem Abspülen noch etwa 30...40 s im Schnellfixierbad A 324 (1+4) behandelt und dann gewässert werden.

H. S. Keelan veröffentlichte im Jahre 1957 das Rezept für einen Fixierentwickler, der wegen der guten Ausnutzung der Empfindlichkeit des Films noch heute sehr geschätzt wird und vielfach variiert wurde, um ihn bestimmten Materialien anzupassen.

Die Entwicklungszeit wird bei 30 °C mit 1,5...2 min und bei 20 °C mit 3...5 min angegeben.

Wer zum ersten Male einen Entwickler auf Phenidon-Basis ansetzt, wird einige Schwierigkeiten haben. Wenn man das Phenidon in solcher Menge zugibt, wie sie im Rezept

von Keelan angegeben ist, löst es sich auch unter Beschwörungen und Zaubersprüchen nicht auf. Man darf sich damit auch gar nicht aufhalten. Nach der Zugabe des Natriumhydroxid (am besten in Form von Natronlauge) löst es sich dann sehr rasch.

Fixierentwickler nach H. S. Keelan

Wasser	750 ml
Natriumsulfit	50 g
Hydrochinon	15 g
Phenidon	10 g
Kaliumaluminiumsulfat	18 g
Natriumhydroxid	18 g
Natriumthiosulfat, krist.	110 g
Wasser bis auf	1 l

Bild 5.6. zeigt die Gradationskurve des Orwo NP 15 bei der Fixierentwicklung im Entwickler nach Keelan. Sie unterscheidet sich kaum von der bei der Fixierentwicklung im modifizierten Orwo A 71 erhaltenen Kurve (Bild 5.5.).

Ein Gamma von etwa 1 wird bei der Fixierentwicklung des Orwo PF2 erreicht, wobei die Gradationskurve weitgehend linear verläuft (Bild 5.7.).

Filme mit einer höheren Empfindlichkeit als etwa 17 DIN lassen sich in den drei beschriebenen Fixierentwicklern nicht behandeln, da ein zu hoher Schleier auftritt.

Bei allen Fixierentwicklern gilt die Regel, daß die Filme im Entwickler ständig kräftig zu bewegen sind.

6. Desensibilisierung

Die Empfindlichkeit fotografischer Schichten läßt sich durch bestimmte Farbstoffe in wäßriger Lösung ganz erheblich herabsetzen. Sie gehören recht unterschiedlichen Farbstoffklassen an. Einige von ihnen lassen sich als Vorbad vor dem Entwickeln verwenden, andere werden dem Entwickler zugesetzt. Es gibt aber ganz wenige, die nur angenehme Eigenschaften haben. Der eine färbt die Gelatine mit an und muß dann in einem besonderen Bad entfernt oder zerstört werden, der andere verträgt sich mit diesem oder jenem Entwicklerbestandteil nicht. Auch Substanzen, die nicht zu den Farbstoffen gehören (z. B. Pinaweiß), sind als Desensibilisatoren bekannt geworden. Ihre Wirkung ist jedoch oft von der Art der Sensibilisierung abhängig und fehlt bei manchen Materialien ganz.

Ein universell anwendbarer Desensibilisator ohne störende Nebenwirkungen ist der Orwo-Desensibilisator D 903, der in Form von Tabletten konfektioniert ist. Er wird dem Entwicklerbad zugesetzt und benötigt für seine volle Wirkung eine Einwirkungszeit von drei Minuten. Diese drei Minuten sind jedoch eine Klippe, wenn Materialien und Entwickler verwendet werden sollen, bei denen die Entwicklungszeit insgesamt nur drei Minuten oder gar weniger beträgt. Wie man sich in solch einem Falle helfen kann, soll am Beispiel der Papierentwicklung gezeigt werden.

Im allgemeinen reicht zwar das für die Entwicklung von Vergrößerungspapieren vorge-

schriebene Dunkelkammerlicht mit dem Filter Orwo 113 D für die Erledigung aller Arbeitsgänge aus. Die technische Beurteilung des Bildes während des Entwicklungsprozesses oder danach ist bei diesem Licht jedoch nur bedingt möglich. Auf Grund von Erfahrungen kann man sich vorstellen, wie das Bild bei normalem Licht aussehen wird, aber diese Vorstellung braucht nicht richtig zu sein. Auch technische Mängel, wie sie zum Beispiel durch Staub auf dem Negativ verursacht werden, sind bei diesem Licht nicht feststellbar.

Besonders bei der Entwicklung großformatiger Bilder, bei denen jeder Zeit- und Materialverlust durch Ausschuß vermieden werden soll, erscheint ein Entwicklungsverfahren wünschenswert, das wenigstens zeitweilig hellere Lichtquellen zu benutzen erlaubt.

Das Verfahren der Wahl ist ein Zweischalenentwicklung. Der erste Entwickler muß so beschaffen sein, daß nach drei Minuten das Bild noch nicht ausentwickelt ist. Die Ausentwicklung darf erst im zweiten Bad erfolgen, bei dem dann wesentlich helleres Licht benutzt werden kann. Im Normalfall wird weiterhin gefordert, daß gegenüber der normalen Entwicklung keine Veränderung des Kopierumfangs bzw. der mittleren Gradation bei dem verwendeten Vergrößerungspapier eintritt.

Ein geeigneter Entwickler ist der Orwo N 113. Für das Desensibilisierungsbad wird der Entwickler im Verhältnis 1 + 8 mit Wasserver-

dünnt und der Desensibilisator Orwo D 903 nach Vorschrift hinzugefügt. Nach einer Behandlungszeit von 3 min ist die Desensibilisierung beendet, ohne daß das Bild ausentwickelt ist. Für die Ausentwicklung wird der Entwickler Orwo N 113 im normalen Ansatz verwendet. Dabei kann das Bild bei dem sehr hellen Licht einer 100-W-Lampe hinter dem Orwo-Filter Nr. 113 D im Abstand von 20 cm zwischen Bild und Lichtquelle betrachtet werden!

Gegenüber der normalen Entwicklung im Orwo N 113 tritt bei diesem Verfahren keine Veränderung des Kopierumfangs ein. Papier und Schicht sind nach beendeter Entwicklung auch nicht gefärbt.

Soll die Anentwicklung noch geringer sein, um einen größeren Abschnitt der Entwicklung bei hellem Licht verfolgen zu können, dann kann dem Desensibilisierungsbad zur weiteren Verzögerung der Entwicklung Kaliumbromid zugegeben werden. Im allgemeinen wird eine Zugabe von 2 g Kaliumbromid je Liter Desensibilisierungsbad richtig sein. Allerdings wird dadurch der Kopierumfang des Vergrößerungspapiers etwas erweitert. Er beträgt bei der Papiersorte Orwo BN 1 in diesem Falle $K \approx 1,2$ gegenüber $K \approx 1,05$ bei normaler Entwicklung. Man kann sich diese Zweischalentwicklung mit Desensibilisierung auch zunutze machen, wenn man ein hartes Papier normal oder ein normales Papier weich entwickeln will. Für die Desensibilisierung verwendet man einen Entwickler nach folgender Vorschrift:

Anentwickler S-1

Orwo M 143	5 g
Natriumsulfit	25 g
Kaliumbromid	4 g
Orwo D 903	nach Vorschrift
Wasser bis auf	1 l

mäßige Schwärzung eintreten kann. Gegenüber der normalen Entwicklung wird der Kopierumfang bei der Papiersorte BN 1 von $K \approx 1,05$ auf $K \approx 1,5$ erweitert.

Natürlich lassen sich für das Desensibilisierungsbad auch andere Entwickler verwenden, in denen der Desensibilisator D 903 wirksam ist. Wesentlich ist dabei immer, daß durch ausreichende Verdünnung (sofern die Zusammensetzung des Entwicklers eine Verdünnung erlaubt) oder durch Zugabe von Kaliumbromid die Entwicklung ausreichend verzögert und außerdem der gewünschte Kopierumfang erzielt wird.

Nach einer Entwicklungszeit von drei Minuten ist das Bild nur leicht anentwickelt, wobei es einen bräunlichen Farbton zeigt. Im normal angesetzten Orwo N 113 wird das Bild anschließend ausentwickelt, wobei sich auch der normale Farbton einstellt. Das Bild muß im zweiten Entwickler sofort stark bewegt werden, da sonst eine ungleich-

7. Unterbrechen der Entwicklung

Das Unterbrechen der Entwicklung ist zwar ein Nebenprozeß in der Technologie der Film- und Papierentwicklung, doch darf er keineswegs willkürlich vorgenommen oder vernachlässigt werden.

Das Unterbrechen soll möglichst rasch geschehen, damit keine unkontrollierbare Nachentwicklung stattfindet. Das ist bei rapid arbeitenden Entwicklern mit hohem pH-Wert besonders wichtig. Je niedriger der pH-Wert des Unterbrecherbades ist, desto schneller wird die Entwicklung gestoppt. Desto stärker quillt allerdings auch die Gelatine, was wieder unerwünscht ist.

Bei Papierbildern ist zu bedenken, daß der Papierfilz viel alkalischen Entwickler aufsaugt, der neutralisiert werden muß. Andererseits darf auch nicht zu viel Säure aufgenommen werden, da sonst das Auswässern nach dem Fixierbad erschwert wird oder gar nur unvollständig gelingt.

Bei der Filmentwicklung hat das Unterbrecherbad bei manchen Filmsorten auch noch die Aufgabe, an der Beseitigung von Farbstoffen mitzuwirken. Dafür sind bei manchen Filmsorten nicht alle Unterbrecher gleich geeignet. So kann beispielsweise die purpurne Restfärbung bei den Orwo-Negativfilmen bei Benutzung eines Essigsäure-Unterbrecherbades nicht vollständig beseitigt werden.

Das Unterbrecherbad kann seine Aufgabe nur so lange erfüllen, wie es nicht durch den eingeschleppten Entwickler neutralisiert worden ist. Zur Kontrolle des pH-Wertes dient

Indikatorpapier (zum Beispiel Stuphan-Papier). Bei Unterbrechern mit Essigsäure soll der pH-Wert nicht größer als 5,5 und bei solchen mit Kaliumdisulfit nicht größer als 6,5 werden.

Unterbrecherbäder für Filme sind vor dem Gebrauch zu filtrieren. Bei denen für Papiere ist das nicht erforderlich.

Wurde die Entwicklung zu früh gestoppt, so kann sie nach ausreichendem Wässern fortgesetzt werden, sofern der Film bzw. das Papierbild nach dem Unterbrechen keinem hellen Licht ausgesetzt war.

Konfektioniert ist als Konzentrat der Orwo-Unterbrecher A 202 im Handel. Er ist zum Gebrauch im Verhältnis 1+9 mit Wasser zu verdünnen. Man kann ihn auch zum Ansäuern von Fixierbädern benutzen.

Rezepte für härtende Unterbrecherbäder sind im Abschnitt 9.1. zu finden.

Stark saures Unterbrecherbad, Gebrauchsansätze

Essigsäure 98/110%	20 ml	12 ml	8 ml
oder Essigsäure 40%	50 ml	30 ml	20 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l

Behandlungszeit: 20 ... 30 s

Saures Unterbrecherbad, Gebrauchsansätze

Wasser	1 l	0,6 l	0,4 l
Kaliumdisulfit	40 g	24 g	16 g

Behandlungszeit: 30 s

Bei den Orwo-Negativfilmen NP 15, NP 20, NP 27 und dem Orwo DK 5 soll die Behandlungszeit mindestens 60 s in frischem Unterbrecherbad betragen, wenn vollständige Entfärbung erreicht werden soll.

Unterbrecherbad Orwo 202, Gebrauchsansätze

Natriumhydrogensulfit-Lösung	75 ml	45 ml	30 ml
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l

Behandlungszeit: 20 ... 30 s

Zur Entfärbung bei Orwo-Negativfilmen usw. wie beim Unterbrecherbad mit Kaliumdisulfit

Unterbrecherbad für höhere Temperaturen

	Orwo 203	Kodak SB-5
Essigsäure 98/100%	20 ml	8 ml
oder Essigsäure 40%	50 ml	20 ml
Natriumsulfat	100 g	45 g
Wasser bis auf	1 l	1 l

Behandlungszeit: 1 ... 2 Minuten bei 24 ... 27 °C

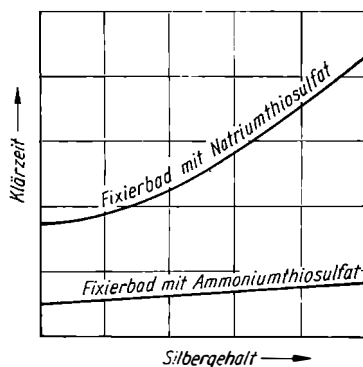


Bild 8.1. Zusammenhang zwischen Fixierzeit und Silbergehalt des Fixierbades

8. Rationelles Fixieren

Das Angebot an konfektionierten Fixiermitteln ist völlig ausreichend, so daß ein Selbstansatz außer für Spezialfälle unsinnig wäre. Hält man sich an die Gebrauchsanweisungen der Hersteller, wird man niemals Fehlergebnisse haben, aber auch kaum rationell arbeiten.

Neben der Fixierzeit spielen für die Wahl eines bestimmten Fixiermittels und dessen Konzentration u. a. folgende Eigenschaften eine Rolle: Die Charakteristik der Kurve für die Klär- bzw. Fixierzeit bei steigendem Silbergehalt, die Stabilität des Bades, die Ausnutzbarkeit, die Wirtschaftlichkeit (bei der auch der Zeitfaktor zu berücksichtigen ist) und die Verwendbarkeit einer bestimmten Konzentration des Bades für möglichst viele Fotomaterialien.

Als Fixierregel gilt, daß das Ausfixieren der Schichten die doppelte Klärzeit erfordert. Für die Praxis ist dabei zu berücksichtigen, daß die Klärzeit bei steigendem Silbergehalt des Bades länger wird. Wie Bild 8.1. zeigt, nimmt die Klärzeit bei Bädern mit Ammoniumthiosulfat (Orwo A 324) bei steigendem Silbergehalt jedoch nicht in gleichem Maße zu wie bei denen mit Natriumthiosulfat (Orwo A 300).

Die Klärzeit – und damit auch die Fixierzeit – ist aber auch von der Konzentration des Fixierbades abhängig. Beim Fixierbad Orwo A 300 werden die kürzesten Klärzeiten bei Lösungsverhältnissen zwischen 1+5 und 1+6 gemessen (Bild 8.2.). Je höher die Filmempfindlichkeit, desto ausgeprägter ist

auch die Abhängigkeit der Klärzeit von der Konzentration. Beim Orwo NP 27 beträgt die Klärzeit bei einem Lösungsverhältnis von 1+5 nur 60 s, beim Lösungsverhältnis von 1+8 dagegen schon 120 s. Diese Werte gelten für frische Fixierbäder.

In Bild 8.3. sind die Klärzeiten für die Orwo-Negativfilme NP 15, NP 20 und NP 27 in verschiedenen Fixierbädern dargestellt.

In dem nach der Gebrauchsanleitung angesetzten Fixierbad Orwo A 300 findet man als längste Klärzeit 120 s für den Orwo NP 27. Gegen Ende der Gebrauchsfähigkeit des Bades steigt sie auf etwa 300 s an. Der Fixierregel entsprechend ist dann 600 s = 10 min lang zu fixieren. Beim ersten Film dagegen würden 4 min genügen. Bei einem Lösungsverhältnis von 1+5 kommt man sogar mit 2 min Fixierzeit aus. Weitere Beispiele kann man dem Diagramm entnehmen. Wenn man sich also die Mühe macht, die Fixierbäder öfter zu kontrollieren, kann man zu recht kurzen Fixierzeiten kommen. Das Meßmittel – Filmschnitte – fällt ohnedies kostenlos ab.

Es sei jedoch darauf aufmerksam gemacht, daß beim Zusatz eines Härtemittels zum Fixierbad die Fixierzeit unter Berücksichtigung der erforderlichen Wirkzeit für das Härtemittel festzulegen ist.

Härten und schnelles Fixieren gleichzeitig erlaubt das Härte-Schnellfixierbad nach Ansco (s. Abschn. 3.1.).

Bei allen Schnellentwicklungsverfahren werden die mit dem Orwo A 300 oder dem

Orwo A 304 erzielbaren Fixierzeiten noch zu lang sein. Hier hilft der Orwo-Expreßfixierer A 324, der ebenso wie die anderen Fixierbäder für Filme und Papiere benutzt werden kann.

Er ist als Flüssigkonzentrat im Handel und wird mit dem konfektionierten Orwo-Unterbrecher A 202 angesäuert. Man erhält so ein saures Fixierbad auf der Basis Ammoniumthiosulfat. Zu einem Liter des Konzentrats A 324 sind 0,1 l des Konzentrats A 202 zu geben. Diese konzentrierte Lösung ist zum Gebrauch mit Wasser zu verdünnen.

Bei Filmen und Platten wird man die Verdünnung 1+4 wählen. Nur bei Röntgenfilmen verdünnt man 1+3.

Bei Fotopapieren sind die Gebrauchsverdünnungen 1+6 bis 1+8 üblich.

Bei einer Gebrauchsverdünnung von 1+4 betragen die Klärzeiten bei 20°C für den Orwo NP 15 etwa 20 s, für den Orwo NP 20 etwa 40 s. Papiere sind bei der Gebrauchsverdünnung 1+6 in 50...60 s ausfixiert. Voraussetzung für diese kurzen Klärzeiten ist aber ständiges und kräftiges Bewegen des Fotomaterials im Fixierbad.

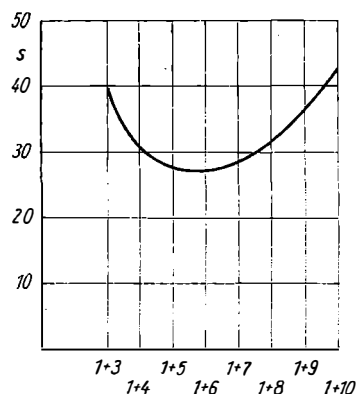


Bild 8.2. Klärzeit des Orwo PF 2 im Fixierbad Orwo A 300 bei 22°C in Abhängigkeit von der Konzentration

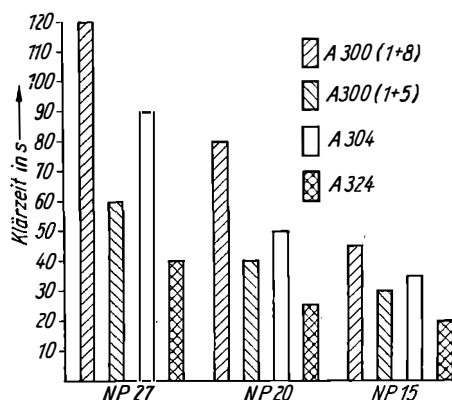


Bild 8.3. Klärzeit der Orwo-Negativfilme in verschiedenen Fixierbädern bei 20°C

Gebrauchsansätze für Expreßfixierer Orwo A 324, sauer

	Verdünnung				
	1+3	1+4	1+6	1+7	1+8
Orwo A 324	230 ml	180 ml	130 ml	115 ml	100 ml
Orwo A 202	23 ml	18 ml	13 ml	12 ml	10 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l	1 l

Bild 2.10. Fotokopie auf Orwo PF 2, entwickelt in Orwo R 09 (1+100), vergrößert auf Orwo BN 1. Das Original ist ein Licht-

druck aus dem Jahre 1899 nach einem Ölgemälde von Arthur Freiherr von Ramberg aus dem Zyklus „Hermann und Dorothea“



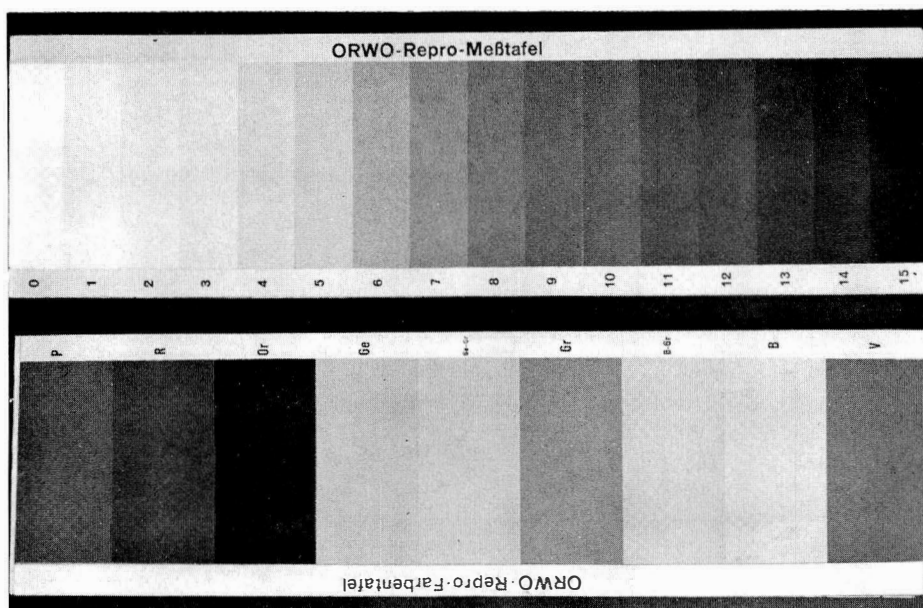


Bild 2.18. Reproduktion der Orwo-Repro-Farbenskala Nr. 7 auf Orwo DK 5, entwickelt

im Orwo A 87 (1+6) 60 s bei 24 °C. Bild zeigt das Positiv (zu Seite 24)

Bild 2.28. Vergrößerung eines kontrastreichen Negativs auf Orwo BN 1, entwickelt in Orwo N 113 (zu Seite 29)



Bild 2.29. Vergrößerung des gleichen Negativs wie bei Bild 2.29. auf Orwo BN 1, entwickelt 6 min im Orwo A 49 (zu Seite 29)

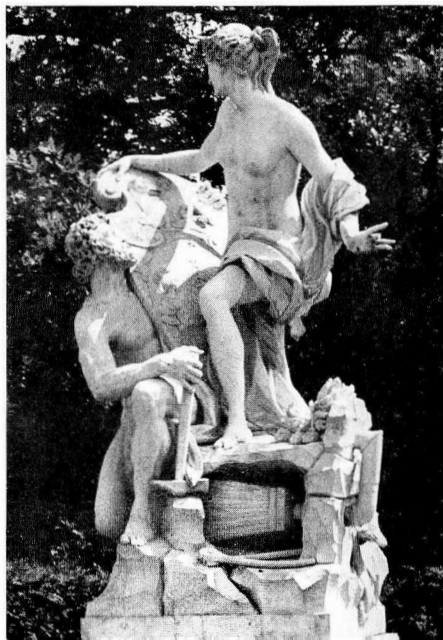




Bild 2.30. Vergrößerung eines kontrastreichen Negativs auf Orwo BN 1, entwickelt in Orwo N 113 (zu Seite 30)



Bild 2.31. Vergrößerung des gleichen Negativs wie bei Bild 2.30. auf Orwo BN 1 nach Vorbelichtung, entwickelt in Orwo N 113 (zu Seite 30)

Bild 2.32. Vergrößerung auf Orwo BEH 1, entwickelt in Orwo N 113 (zu Seite 30)



Bild 2.33. Vergrößerung des gleichen Negativs wie bei Bild 2.32. nach Vorbelichtung, entwickelt in Orwo N 113 (zu Seite 30)





Bild 2.39. Ausschnitt aus einem großformatigen Negativ, 4 min in Orwo 40 bei 20 °C

entwickelt (zu Seite 37)



Bild 2.44. Vergrößerung auf Orwo BN 1, entwickelt im Orwo N 113 (zu Seite 43)



Bild 2.45. Vergrößerung des gleichen Negativs wie bei Bild 2.44. auf Orwo BN 1, entwickelt im S-27 (zu Seite 43)

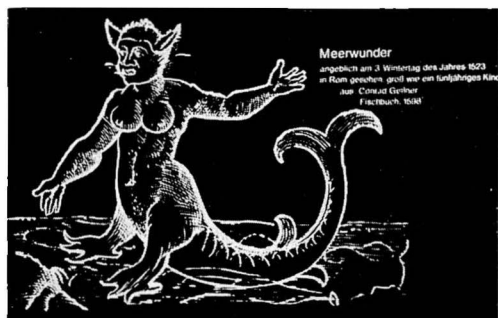


Bild 5.4. Aufnahme einer Schautafel im Meeresaquarium in Stralsund auf Orwo NP 15 nach Fixierentwicklung im Orwo A 71 mod, 10 min bei 20 °C (zu Seite 57)

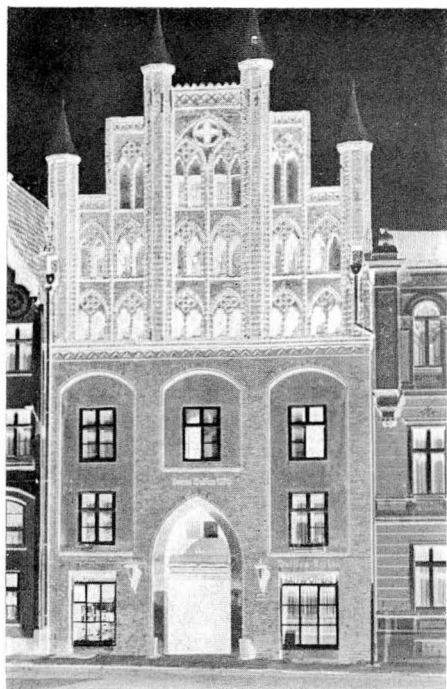


Bild 11.3. Urnegativ (zu Seite 85)

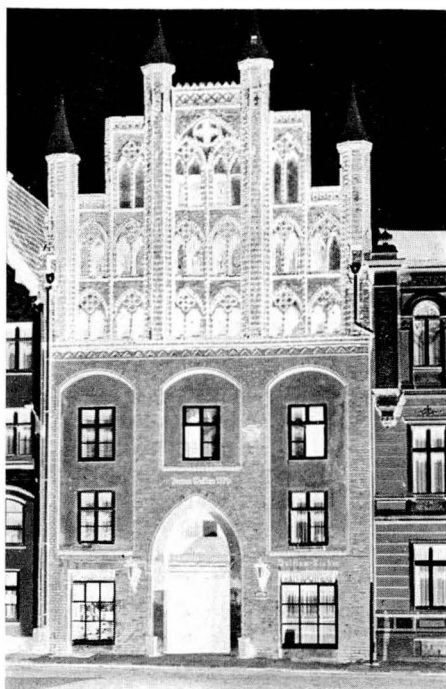


Bild 11.4. Durch Umkehrentwicklung gewonnenes Duplikatnegativ auf Orwo NP 15 (zu Seite 85)

Bild 12.1. Negativ vor dem Abschwächen (zu Seite 91)

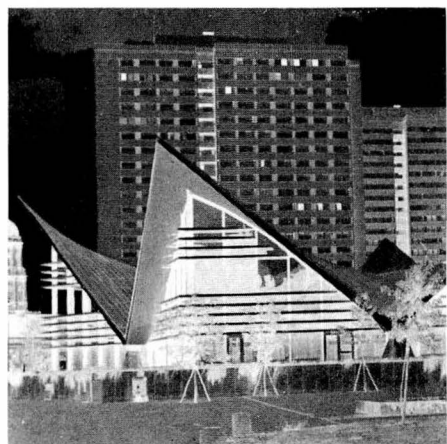


Bild 12.2. Das Negativ von Bild 12.1, nach subtraktiver Abschwächung (zu Seite 91)

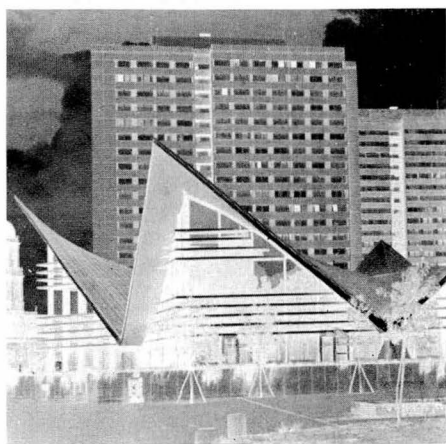




Bild 12.3. Negativ vor dem Abschwächen
(zu Seite 94)

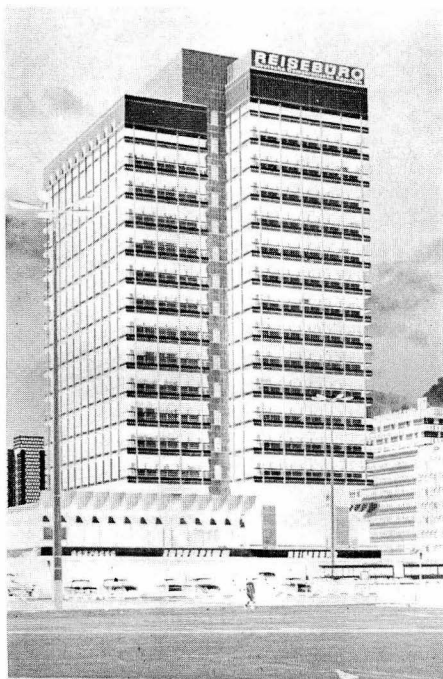


Bild 12.4. Das Negativ von Bild 12.3. nach
proportionaler Abschwächung

Bild 12.7. Negativ vor der Abschwächung
(zu Seite 94)



Bild 12.8. Das Negativ von Bild 12.7. nach
der Abschwächung durch Umentwicklung (zu
Seite 94)





Bild 12.9. Negativ vor dem Abschwächen
(zu Seite 97)



Bild 12.10. Negativ von Bild 12.9. nach
superproportionaler Abschwächung

Bild 13.1. Negativ vor dem Umentwickeln
(zu Seite 102)

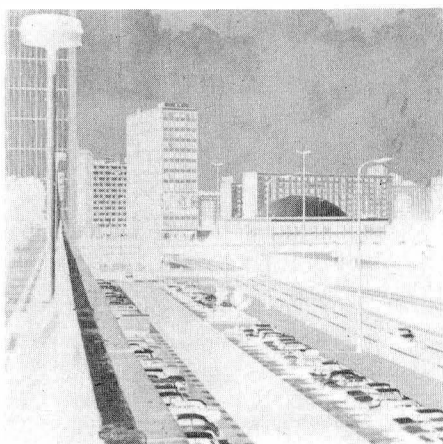


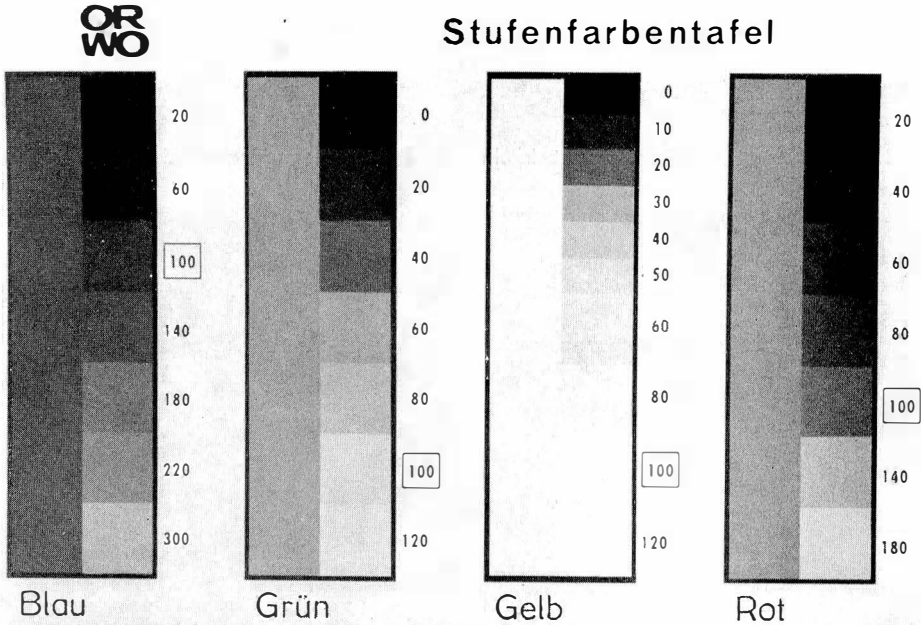
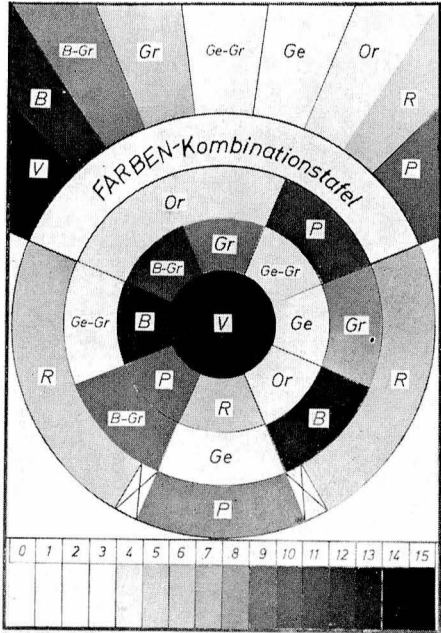
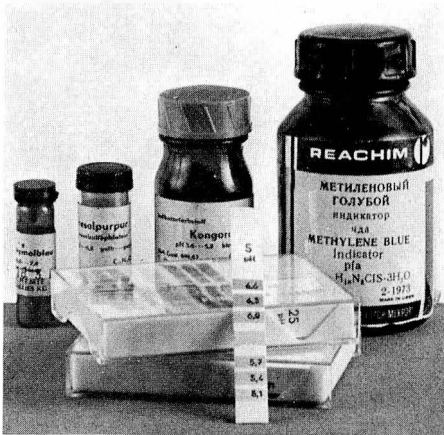
Bild 13.2. Negativ von Bild 13.1. nach dem
Umentwickeln



Bild 15.3. Verkaufspackungen von Indikator-Farbstoffen und von Stuphan-papieren (zu Seite 72)

Bild 15.6. Orwo-Stufenfarbentafel Nr. 2 (zu Seite 117)

Bild 15.7. Farben-Kombinationstafel (zu Seite 117)



9. Härten der Schicht

9.1. Härten vor dem Fixieren

Die Gelatine der Emulsionsschicht quillt in den einzelnen Behandlungsbädern auf. Die Quellung ist von der Temperatur in der Weise abhängig, daß höhere Badtemperaturen eine stärkere Quellung bewirken. Zum anderen ist sie aber auch vom pH-Wert der Bäder abhängig. Bei niedrigen und hohen pH-Werten ist die Quellung am stärksten, und um den Neutralpunkt herum erreicht sie ein Minimum. Da die Bäder, einschließlich der Wässerungsbäder, unterschiedliche pH-Werte besitzen, durchläuft die Gelatine bei den aufeinanderfolgenden Behandlungsbädern mehrere Quellungszustände.

Je stärker die Gelatine gequollen ist, desto leichter verletzlich ist sie auch. Wenn die Gelatine jedoch gehärtet wird, kann die Gefahr der Verletzung erheblich gemindert werden.

Schon ein Unterbrecherbad mit einem Zusatz von Natriumsulfot, der das Quellen der Gelatine einschränkt, mindert die Gefahr der Verletzung. Es wird gerne nach der Entwicklung bei höheren Temperaturen bis zu 27 °C verwendet. Gut bewährt hat sich das folgende Rezept Kodak SB-5.

Unterbrecherbad Kodak SB-5

Essigsäure 40%	20 ml	12 ml
Natriumsulfot, getrocknet	45 g	27 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l
Behandlungszeit: 1 ... 2 min		

Noch besser sind natürlich härtende Unterbrecherbäder, etwa nach den Rezepten Du Pont 2-S oder Kodak SB-4 (s. S. 74).

Es ist zweckmäßig, die Filme anschließend kurz in Wasser abzuspuhlen.

Das Natriumsulfat verhindert die Quellung der Gelatine, während die eigentliche Härtung, auch als Gerbung bezeichnet, durch das Kaliumchrom(III)-sulfat bewirkt wird.

9.2. Härten während des Fixierens

Wenn die Härtung der Schicht während des Fixierens vorgenommen werden soll, dann müssen die Härtemittel dem Fixierbad zugegeben werden.

Härtezusätze, die dem Fixierbad gleich beim Ansetzen oder auch noch nach Gebrauch zugesetzt werden können, enthalten als Härtemittel Kaliumaluminiumsulfot. Beim Ansetzen der Fixierbäder mit diesem Härtemittel ist zu beachten, daß dabei der übrige Ansatz bzw. das vorhandene Fixierbad nicht wärmer als 20 °C sein darf.

Für das Fixierbad Orwo A 300 gibt es einen konfektionierten Härtezusatz Orwo A 302, der leider nur in einer für das Amateur- und Kleinlabor zu großen Packung angeboten wird. Bei gutem Durchmischen des Inhalts kann man jedoch Teilmengen davon benutzen.

Zu 1 l Fixierbad Orwo A 300 für Filme gibt man 46 g Härtezusatz Orwo A 302 und zu

Härtende Unterbrecherbäder

	Du Pont 2-S			Kodak SB-4		
Kaliumchrom(III)-sulfat	15 g	9 g	6 g	30 g	18 g	12 g
Essigsäure 40%	16 ml	10 ml	7 ml			
Natriumsulfat				60 g	36 g	24 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l
Behandlungszeit: 3 ··· 5 Minuten						

1 l Fixierbad Orwo A 300 für Papiere 23 g Härtezusatz Orwo A 302 zu.

Einen Härtezusatz kann man sich als Vorratslösung auch selbst ansetzen. Mit dem folgenden Rezept erhält man ein sehr stabiles Härtefixierbad.

Härtezusatz Kodak F-5a

Natriumsulfit	75 g
Essigsäure 98 ··· 100%	66 ml
Borsäure	37,5 g
Kaliumaluminiumsulfat	75 g
Wasser bis auf	1 l

Zum Gebrauch wird ein Teil Vorratslösung zu vier Teilen einer Lösung von 300 g Natriumthiosulfat in 1 l Wasser zugesetzt, deren

Temperatur beim Ansatz nicht höher als 25°C sein soll.

Dünnschichtfilme sind in diesen Härtefixierbädern spätestens nach 4 min ausgehärtet.

Härtefixierbäder

werden gleich mit dem Härtemittel zusammen angesetzt. Als Härtemittel wird neben Kaliumaluminiumsulfat auch Kaliumchrom(III)-sulfat benutzt. Ein einfaches und sehr billiges Härtefixierbad für das Fixieren bei Temperaturen zwischen 22 °C und 32 °C ist das von Foton. Die Rezepte Ansco 204 und Kodak F-25 ergeben besonders stabile Härtefixierbäder.

Wenn die Filme oder Papiere in einem hochalkalischen Entwickler wie dem Orwo A 37 entwickelt wurden, empfiehlt sich die Benutzung des Rezeptes Kodak F-10.

Während nach der Benutzung von Härtefixierbädern mit Kaliumaluminiumsulfat

Härtefixierbäder mit Kaliumaluminiumsulfat

	Anso 204			Kodak F-25		
Natriumthiosulfat	240 g	145 g	96 g	300 g	180 g	120 g
Natriumsulfit	15 g	9 g	6 g	5 g	3 g	2 g
Kaliumdisulfit	12,5 g	7,5 g	5 g			
Essigsäure 40%	53 ml	32 ml	21 ml	7 ml	4 ml	3 ml
Natriumtetraborat	15 g	9 g	6 g			
Borsäure				5 g	3 g	2 g
Kaliumaluminiumsulfat	15 g	9 g	6 g	10 g	6 g	4 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

	Kodak F-10			Foton		
Natriumthiosulfat	330 g	200 g	132 g	200 g	120 g	80 g
Natriumsulfit	7,5 g	4,5 g	3 g	12 g	7,5 g	5 g
Essigsäure 98/100%	27 ml	16 ml	11 ml			
Essigsäure 40%				20 ml	12 ml	8 ml
Natriumtetraborat	30 g	18 g	12 g			
Kaliumaluminiumsulfat	22,5 g	13,5 g	9 g	12 g	7,5 g	5 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

Härtefixierbäder mit Kaliumchrom(III)-sulfat

	Orwo 306	Kodak F-16
Lösung 1:		
Wasser von etwa 50 °C	400 ml	600 ml
Natriumthiosulfat	280 g	240 g
Natriumsulfit	25 g	15 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	1,5 ml	
Lösung 2:		
Wasser von etwa 45 °C	300 ml	250 ml
Kaliumchrom(III)-sulfat	15 g	15 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84		2 ml
Lösung 2 nach dem Erkalten beider Lösungen zu Lösung 1 fügen und auf 1 l auffüllen		

Schnellhärtefixierbad mit Ammoniumchlorid

	Kodak F-7		
Natriumthiosulfat	360 g	216 g	144 g
Ammoniumchlorid	50 g	30 g	20 g
Natriumsulfit	15 g	9 g	6 g
Essigsäure 98/100%	13 ml	8 ml	5 ml
Borsäure	7,5 g	4,5 g	3 g
Kaliumaluminiumsulfat	15 g	9 g	6 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l

wesentlich länger als sonst gewässert werden muß, kommt man nach der Härtung in Fixierbädern mit Kaliumchrom(III)-sulfat mit der normalen Zeit für die Wässerung aus. Die beste Härtewirkung wird bei den Bädern mit Kaliumaluminiumsulfat bei einem pH-Wert von 4,5...6,3 und bei denen mit Kaliumchrom(III)-sulfat bei einem pH-Wert von 3...4 erzielt.

Ein Härteschnellfixierbad nach Ansco wurde bereits im Abschnitt 3.1. beschrieben.

Kodak F-7 ist ein Härteschnellfixierbad, das sowohl für Filme als auch für Papiere geeignet ist. Die Behandlungsdauer beträgt 4...5 Minuten.

Konfektioniert stehen außerdem von den Gebrauchspackungen für die Farbfotografie das Orwocolor-Stopphärtefixierbad C 35 und das Orwocolor-Härtefixierbad C 75 zur Verfügung, die auch für SW-Materialien benutzt werden können. Sie sind allerdings teurer als die Selbstansätze nach Rezept.

9.3. Härten nach dem Fixieren

Das Härten nach dem Fixieren wird im allgemeinen dann vorgenommen, wenn sich noch nachträglich herausstellt, daß die Filme oder Papiere beim anschließenden Gebrauch oder bei der Weiterverarbeitung mechanisch stark strapaziert werden müssen. Das wird beispielsweise dann der Fall sein, wenn von Negativen häufiger Vergrößerungen angefertigt werden müssen. Trockene Filme müssen vor dem Härten erst im Wasserbad eingeweicht werden.

Papiere wird man vor allem dann härten, wenn sie bei hohen Temperaturen getrocknet werden sollen.

Die Härtebäder mit Kaliumchrom(III)-sulfat und Kaliumaluminiumsulfat haben einen sehr niedrigen pH-Wert, der zwischen 2,9 und 3,2 liegt, während Härtebäder mit Formalin alkalisch reagieren.

Die Rezepte Orwo 405 und Orwo 407 sind

besonders für das Härten von Filmen geeignet. Wurden die Filme in einem hochalkalischen Entwickler wie dem Orwo A 37 entwickelt, dann benutzt man besser das Rezept Agfa 412, wobei die Behandlungszeit 2...3 min beträgt.

Bei Fotopapieren empfiehlt sich eine Nachhärtung in einem der Bäder nach den Rezepten Orwo 400, Orwo 401 oder Kodak SH-1.

Bei mäßigen Temperaturen genügt das Rezept H-1, bei dem die Behandlungszeit 3...5 min beträgt.

Nach dem Benutzen von Härtebädern mit Formalin muß sehr ausgiebig gewässert werden, um eine Geruchsbelästigung während des Trocknens der Bilder weitgehend zu vermeiden.

Härtebäder mit Kaliumchrom(III)-sulfat

	Orwo 405			Orwo 407		
Kaliumchrom(III)-sulfat	15 g	9 g	6 g	50 g	30 g	20 g
Natriumsulfat	75 g	45 g	30 g			
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l
Behandlungszeit: 2...3 Minuten						

Härtebäder mit Formalin

	für Papiere: Kodak SH-1	Orwo 401	für Filme: Agfa 412		
Natriumkarbonat	5 g				
Natriumsulfat			150 g	90 g	60 g
Kaliumhydroxid			10 g	6 g	4 g
Formaldehyd-Lösung 40%	10 ml	120 ml	20 ml	12 ml	8 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	0,6 l	0,4 l

Härtebäder mit Kaliumaluminiumsulfat

	Orwo 400			H-1		
Kaliumaluminiumsulfat	100 g	60 g	40 g	40 g	24 g	16 g
Wasser bis auf	1 l	0,6 l	0,4 l	1 l	0,6 l	0,4 l

10. Bleichen des Silberbildes

10.1. Zusammensetzung der Bleichbäder

Die Anzahl der seit etwa 1880 bekannt gewordenen Bleichbadrezepte ist außerordentlich groß. In der Praxis lassen sich jedoch fast alle Aufgaben mit den in diesem Buch angegebenen Rezepten lösen. Die Bleichbäder enthalten Metallsalze zur Oxydation des Bildsilbers. Gebräuchlich sind Chrom-, Mangan-, Kupfer- und Eisensalze, und zwar:

Kaliumdichromat,
Kaliumpermanganat,
Kupfer(II)-sulfat und
Kaliumhexacyanoferrat(III).

Sind keine weiteren Zusätze im Bleichbad enthalten, so lassen sich die entstehenden Silberionen leicht in einem Natriumsulfitbad mit einer nachfolgenden Wässerung aus der Schicht entfernen.

Soll das Silber jedoch für die Folgeprozesse in Silberhalogenid umgewandelt werden, so müssen Halogenionen im Bleichbad vorhanden sein. Je nachdem, ob Chloride, Bromide oder Jodide gegenwärtig sind, entstehen Silberchlorid, Silberbromid oder Silberjodid.

Ein Kriterium für die Wahl der Art des Bleichbades ist oft die Löslichkeit des jeweils entstehenden Silberhalogenids in der wäßrigen Lösungsphase. Silberchlorid ist leichter löslich als Silberbromid und dieses wieder leichter als Silberjodid. Für die Weiterbehandlung kann es auch von Bedeutung

sein, daß sich leichter lösliche Silberhalogenide durch Konvertierungsreaktionen leicht in schwerer lösliche umwandeln lassen, während sich andererseits die Umwandlung schwerer löslicher in leichter lösliche Silberhalogenide durch Konvertierungsreaktionen nur teilweise und auch nur durch einen hohen Überschuß an Fremdatomen erzwingen läßt.

Je nach dem Verwendungszweck enthält das Bleichbad weitere Substanzen, die entweder für den Prozeß der Umwandlung des Bildsilbers oder für Nebenprozesse erforderlich sind. Sie bestimmen weitgehend das Endprodukt. Bei der Entwicklung des latenten Bildes mit Oberflächenentwicklern kann beispielsweise das nach der Entwicklung noch vorhandene innere latente Bild durch eine geringe Zugabe von Kaliumbromid (etwa 0,1 g/l) zu einem Bleichbad mit Kaliumdichromat ebenfalls mit ausgebleicht werden, wenn dies erforderlich ist.

10.2. Verwendung der Bleichbäder

Bei Bleichbädern für die *Umkehrentwicklung* ist es entscheidend, daß das Silber in eine Form übergeführt wird, die ohne Silberhalogenid-Lösungsmittel aus der Schicht entfernt werden kann. Silberhalogenid-Lösungsmittel würden ja auch das Restbild (ebenfals ein Silberhalogenid) entfernen, das für die Zweitentwicklung benötigt wird. Als Oxydationsmittel wird Kaliumdichromat

in saurer Lösung bevorzugt. Das sich bildende Silberdichromat oder -chromat kann dann durch Wässern und bei der nachfolgenden Behandlung in einer neutralen Natriumsulfit-Lösung – dem Klärbad – aus der Schicht entfernt werden. Das restliche Silberhalogenid wird dabei nicht verändert. Das Kaliumdichromat-Bleichbad hat jedoch insofern einen Nachteil, als ein sehr schwaches Restnegativbild zurückbleibt.

Auch Kaliumpermanganat wird als Oxydationsmittel beim Umkehrprozeß verwendet, da es ebenfalls nicht auf das Restsilberhalogenid einwirkt bzw. nach dem Klären mit einer Natriumhydrogensulfit- oder Oxalsäure-Lösung dessen volle Empfindlichkeit wieder erreicht wird.

Die Ansäuerung der Kaliumpermanganat-Lösung mit Schwefelsäure ist erst kurz vor dem Gebrauch vorzunehmen! Das Kaliumpermanganat muß dabei vollständig gelöst sein, da sonst explosive Reaktionen eintreten können. Statt der in Labors wenig geschätzten Schwefelsäure kann auch Natriumhydrogensulfat zum Ansäuern benutzt werden. Übrigens eignet sich auch Phosphorsäure dafür. Sie soll sogar noch stabilere Bleichbäder ergeben als Schwefelsäure.

Das Bleichbad mit Kaliumpermanganat hat gegenüber dem mit Kaliumdichromat den Vorteil, daß durch das Klärbad sämtliche Rückstände des Negativbildes beseitigt werden. Auch wird die Gelatine nicht gegerbt, was an den Stellen der Silberbleichung beim Kaliumdichromat-Bleichbad nicht zu vermeiden ist. Sein Nachteil ist jedoch, daß die Gelatine stark erweicht wird und es deshalb bei Temperaturen über 25 °C nicht verwendet werden kann. Bei Temperaturen zwischen 20 °C und 25 °C ist ein Vordbad (0,5%ige Kaliumchrom(III)-sulfat-Lösung) zur Härtung zweckmäßig.

Bleichbäder mit Kaliumpermanganat arbeiten allerdings langsamer und sind schneller erschöpft als solche mit Kaliumdichromat.

Zum Zwecke der Umentwicklung muß neben der Oxydation des Bildsilbers eine Umwandlung in ein Silberhalogenid erfolgen. Von der Zusammensetzung des Bleichbades hängt es ab, ob das metallische Silber in Silberchlorid oder in Silberbromid verwandelt wird. Auch eine Umwandlung in Silberjodid ist möglich, wovon in der Praxis nur in

besonderen Fällen Gebrauch gemacht wird. Da die für die Wiederentwicklung benutzten Mittel vielfach unterschiedlich auf die verschiedenen Silbersalze einwirken, ist die richtige Wahl des Bleichbades oft von entscheidender Bedeutung für das Endergebnis. Vom Zweck der Umentwicklung ausgehend ist daher zunächst das geeignete Mittel für die Wiederentwicklung und dazu das passende Bleichbad auszuwählen.

Bei Bleichbädern für die *Tonung* findet man die größte Variationsbreite hinsichtlich der Oxydationsmittel, der Halogenide, der Zusätze und deren prozentualen Anteilen im Lösungsmittel. Die Vielfalt der Rezepte hängt damit zusammen, daß das Bleichbad neben dem eigentlichen Tonungsbad die Farbe und die Farbtöne bei der Tonung mitbestimmt. Farbe und Farbtöne hängen aber auch von dem Entwickler ab, durch den das Silberbild hervorgerufen wurde. Im allgemeinen müssen M-H-Entwickler verwendet werden. Es lohnt sich durchaus, hin und wieder Versuche mit den verschiedensten Kombinationen von Bleich- und Tonungsbädern durchzuführen. Als Versuchsobjekte eignen sich dazu Graukeile, die bei anderen Arbeiten abfallen. Sie müssen aber bis zum endgültigen Trocknen bearbeitet werden. Natürlich hängt man einen Protokollzettel daran, damit man später weiß, was man damit angestellt hat.

Eine gewisse Bedeutung – wenn auch weniger für den Amateur – haben Tonungsverfahren mit Farbkupplern. Dabei werden die Bleichbäder für Colorprozesse benutzt.

10.3. Rezepte für Bleichbäder

Bei dem Bleichbad nach Lloyd (s. S. 80), das hier als Beispiel für ein Bleichbad ohne Halogenide angeführt ist, wird das Bildsilber zu grauem Silberhexacyanoferrat(II). Das Dinatriumhydrogenphosphat dient – wie auch bei einigen Bädern der Farbfotografie – nur zur Einstellung eines bestimmten pH-Wertes. Wenn man es nicht vorrätig hat, kann man es auch weglassen. Der Bleichvorgang dauert dann aber doppelt so lange.

Bleichbäder mit Kaliumhexacyanoferrat(III)

	Orwo 500	Orwo 501	Orwo 502	Orwo 503
Kaliumhexacyanoferrat(III)	60 g	50 g	30 g	50 g
Kaliumbromid	4 g	10 g	50 g	10 g
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,91			10 ml	
Natriumkarbonat				20 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l

	Eder 1	Eder 2	Eder 3	B-1
Kaliumhexacyanoferrat(III)	30 g	30 g	40 g	30 g
Kaliumbromid	10 g	20 g		12 g
Kaliumoxalat			40 g	
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,958				150 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l

	Du Pont 4a-T	Ilford IT-1	Kodak T-7a	Ansco 221
Kaliumhexacyanoferrat(III)	25 g	11 g	75 g	50 g
Kaliumbromid	27,4 g	11 g	75 g	10 g
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,958	4,8 ml			
Kaliumoxalat			195 g	
Essigsäure 98/100%			11 ml	
Natriumkarbonat				17 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	2 l	1 l
Gebrauchsverdünnung	1+8		1+1	1+2 bis 1+8

Bleichbäder mit Kaliumdichromat

	Orwo 830	Ferrania V 31	Eder	Ilford	Ilford In-3
Kaliumdichromat	5 g	10 g	10 g	10 g	10 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	5 ml	12 ml			
Salzsäure D ₂₀ 1,184			30 ml	12 ml	2,4 ml
Kaliumaluminiumsulfat			50 g		
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l	1 l

Bleichbäder mit Kupfersulfat

	Orwo 710	B-2	Eder	B-3
Kupfer(II)-sulfat krist.	100 g	50 g	50 g	16 g
Natriumchlorid	100 g	50 g	50 g	
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	25 ml	5 ml		
Kaliumbromid				10 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l

Bleichbäder mit Kaliumpermanganat

	Gevaert	Eder
Kaliumpermanganat	2 g	6 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	5 ml	
Natriumchlorid		13 g
Essigsäure 98/100%		50 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l

Bleichbad nach Lloyd

Kaliumhexacyanoferrat(III)	25 g
Dinatriumhydrogenphosphat	50 g
Wasser bis auf	1 l

Chinon-Bleichbäder nach Lumière

Chinon	5 g	5 g
Natriumchlorid	6 g	
Kaliumbromid		11 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	3 ml	3 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l

10.4. Klärbäder

Der Begriff „Klärbad“ wird leider für zwei grundverschiedene Arten fotografischer Bäder benutzt. Erstens werden damit Bäder mit verdünnten, subproportional wirkenden Abschwächern bezeichnet. Sie dienen dazu, bei Strichreproduktionen und Dias den Schleier zu entfernen, der bei kräftiger Entwicklung leicht einmal auftreten kann.

Zweitens benutzt man den Begriff „Klärbad“ für solche Bäder, in denen eine durch Prozesse des Abschwächens oder des Bleichens bei Umkehrverfahren entstandene Anfärbung der Gelatine beseitigt wird. Für diese entfärbenden Klärbäder werden hier einige Rezepte angegeben.

Als Klärmittel benutzt man heute Kalium- oder Natriumdisulfit, Natriumsulfit und Natriumthiosulfat. Die in den Rezepten angegebenen Mengen der Klärmittel in 1 l Lösung sind nach der erwünschten oder notwendigen Ergiebigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit berechnet.

Als Klärbad nach dem Abschwächen kann ein frisches saures Fixierbad oder eine 1%ige Lösung von Kalium- oder Natriumdisulfit benutzt werden.

Als Klärbad nach dem Bleichen werden hauptsächlich die nachfolgend angegebenen Rezepte benutzt. Die Hersteller- und Rezeptbezeichnungen stehen jeweils stellvertretend auch für andere.

Klärbäder

	Ferrania V 32	Orwo 831	Ilford	Du Pont
Natriumsulfit	90 g	50 g		150 g
Kaliumdisulfit			50 g	
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	1 l

11. Technologie der Umkehrentwicklung

11.1. Arbeitsschritte bei der Umkehrentwicklung

Die Umkehrentwicklung, bei der die Aufnahme auf einem Film gleich zum Filmpositiv entwickelt wird, halten besonders Amateure oft noch für schwierig. Vor Jahrzehnten, als es noch kaum geeignetes Filmmaterial dafür gab und Chemikalien von oft zweifelhafter Qualität benutzt wurden, mag diese Ansicht bis zu einem gewissen Grade berechtigt gewesen sein. Heute erzielt man ein hochwertiges Filmpositiv durch die Umkehrentwicklung leichter, als auf dem Wege der Kontaktkopie eines Negativs.

Es gibt mehrere Verfahren der Umkehrentwicklung. Das am häufigsten benutzte und zugleich älteste Verfahren (Biny 1881, Obernetter 1882) ist letztlich so einfach, daß jeder Leser dieses Buches es neu erfinden könnte.

Zunächst wird das latente Bild zu einem Negativ entwickelt, aber nicht fixiert. Das unentwickelte Silberbromid bleibt also in der Schicht. An den Bildstellen, an denen viel Silberbromid belichtet und entwickelt wurde, ist dann wenig oder gar kein Silberbromid vorhanden. Wo nur wenige Silberbromidkörner entwickelt werden konnten, ist dagegen viel unentwickeltes Silberbromid vorhanden.

Nun wird das entwickelte Bildsilber im sogenannten Umkehrbad (auch Bleichbad genannt) in eine leicht lösliche Silberverbindung übergeführt, die hellgelb oder grau

aussieht. Sie wird, da sie leicht wasserlöslich ist, durch Wässern aus der Schicht entfernt. Die Anfärbung der Gelatine durch das Bleichbad wird im anschließenden Klärbad (Natriumsulfit- oder Kaliumdisulfit-Lösung) beseitigt.

Jetzt befindet sich in der Schicht nur noch unentwickeltes Silberbromid, und zwar quantitativ an jeder Stelle die Menge, die bei der Erstentwicklung nicht zu Silber reduziert wurde. Dieses Silberbromid wird nun diffus mit einer Glühlampe so belichtet, daß es entwicklungsfähig wird.

In einem zweiten Entwickler, der sich vom ersten in seiner Zusammensetzung etwas unterscheidet, erfolgt nun die Positiventwicklung, bei der je nach gewünschter Deckung das Bild vollständig oder teilweise durchgeschwärzt wird.

Wenn das Bild bei der Positiventwicklung nicht vollständig durchentwickelt wird, muß es anschließend noch fixiert werden. Es ergeben sich mithin folgende Arbeitsschritte:

1. Negativentwicklung im Erstentwickler,
2. Wässern zum Entfernen der Entwicklerlösung aus der Schicht,
3. Bleichen des entwickelten Silberbildes,
4. Wässern zum Entfernen des gebleichten Silberbildes,
5. Klären, d. h. Beseitigung der Anfärbung der Schicht, wobei auch noch letzte Spuren des gebleichten Silbers entfernt werden,
6. Wässern zum Entfernen der Klärlösung

- und der beim Klärvorgang entstehenden Produkte aus der Schicht,
7. Diffuse Zweitbelichtung,
 8. Positiv- oder Zweitentwicklung,
 9. Wässern zum Entfernen der Entwicklerlösung aus der Schicht,
 10. Fixieren, falls notwendig,
 11. Schlußwässern und Trocknen nach Anwendung eines Netzmittels.

Die Arbeitsschritte 1 bis 3 werden im Dunkeln bzw. bei der für das zu verarbeitende Material erforderlichen Dunkelkammerbeleuchtung und die übrigen Arbeitsschritte bei hellem Glühlampenlicht durchgeführt.

Dieses Verfahren läßt sich jedoch noch recht vorteilhaft variieren. Man kann nämlich die diffuse Zweitbelichtung auch schon nach dem Wässern im Anschluß an die Negativentwicklung vornehmen, so daß nur noch der erste Arbeitsschritt im Dunkeln bzw. bei Dunkelkammerbeleuchtung vorgenommen werden muß. Man nennt diese Variante des quantitativen Umkehrverfahrens „selektive Umkehrung“.

Mancher mag es zunächst als wider jede fotografische Regel gerichtet empfinden, ein eben entwickeltes Negativ dem Licht auszusetzen. Aber beim Umkehrverfahren kann tatsächlich nichts Nachteiliges passieren. Im Gegenteil: Bei der folgenden Zweitbelichtung wirkt das entwickelte Silberbild wie eine Kopiermaske, und man erzielt sogar noch brillantere Positive.

Das hier beschriebene Verfahren der quantitativen Umkehrung besitzt gegenüber anderen Verfahren einmal den Vorteil der Einfachheit und vielfältigen Anwendungsmöglichkeit und vor allem den, daß es fast zwangsläufig arbeitet und Fehlergebnisse praktisch ausgeschlossen sind, solange man die Arbeitsvorschriften einhält.

Zur Erstentwicklung benötigt man spezielle, kräftig arbeitende Entwickler, denen besondere Silberbromid lösende Substanzen und vielfach auch Zusätze von Metallsalzen beigegeben sind, die bei der Erstentwicklung einen erhöhten Schleier hervorrufen sollen. Auch ist der Zusatz von Mitteln üblich, die die Quellung der Gelatine vermindern.

Der Zweitentwickler hat meistens die gleiche Zusammensetzung wie der Erstentwickler, enthält jedoch nicht die genannten Zusätze. In manchen Fällen kann man in der Praxis

statt eines Entwicklers auch ein billiges Silberfüllungsmittel (z. B. Natriumdithionit) benutzen, worauf noch im Abschnitt 11.4. eingegangen wird.

11.2. Ermitteln technologischer Daten für die Umkehrentwicklung

Bevor man mit den in den Abschnitten 11.3. bis 11.5. angegebenen Rezepten und Technologien arbeitet, sollte man einige Versuche in – wie ich es nenne – fotografischer Halbmikrotechnik durchführen, um mit dem Verfahren und den bei den einzelnen Arbeitsschritten auftretenden Erscheinungen vertraut zu werden. Man wird diese Versuchsmethode vorteilhaft auch dann anwenden, wenn man die Umkehrentwicklung bei einem Material durchführen will, für das noch keine entsprechenden technologischen Daten vorliegen.

Bei diesen Versuchen können alle Arbeitsschritte bei gedämpftem Tageslicht durchgeführt werden.

Nachdem alle Bäder der Vorschrift entsprechend angesetzt wurden, füllt man von jedem Bad eine geringe Menge in kleine – aus praktischen Gründen möglichst viereckige – Plastikschälchen, in denen die Höhe des Flüssigkeitsspiegels etwa 2...3 cm betragen soll. Gut geeignet dazu sind zum Beispiel die Kunststoffverpackungen der Rahmbutter.

Die ersten Versuche sollte man mit dem Orwo-Umkehrfilm UP 15 und dem speziell dafür im Handel erhältlichen Orwo-Umkehrentwicklungssatz A 4105 durchführen.

Aus der mit dem Orwo UP 15 geladenen Kleinbildpatrone zieht man den Film ein Stück heraus und schneidet einige etwa 2 cm breite Streifen ab. Da man bei Tageslicht arbeitet, sind diese Stücke natürlich belichtet.

Den ersten Streifen entwickelt man im Erstentwickler nur 3 min, den zweiten eine Minute länger und so fort. Der letzte Streifen wird 8 min lang entwickelt.

Nach kurzem kräftigem Abspülen unter der Wasserleitung folgen jeweils die nächsten Behandlungsbäder entsprechend der Vorschrift. Die Zweitbelichtung fällt natürlich weg. Als Endergebnis erhält man unterschiedlich stark geschwärzte Streifen, von

denen die letzten klar wie Glas sein müssen. Die ersten Streifen sind deshalb geschwärzt, weil durch die unvollständige Entwicklung unentwickeltes Silberbromid zurückblieb, das durch das Bleichbad nicht in ein wasserlösliches Silbersalz übergeführt werden konnte. Da es aber belichtet war, konnte es im Zweitentwickler zu Silber reduziert werden. Die für den ersten glasklaren Streifen benötigte Entwicklungszeit im Erstentwickler ist die kürzeste Zeit, die das beim Versuch benutzte Material in diesem Erstentwickler behandelt werden muß.

Beim nächsten Versuch wird in der Dunkelkammer gearbeitet. Um bei der Halbmikrotechnik bleiben zu können, benötigt man als „fotografisches Ersatzmotiv“ einen Graukeil oder einen transparenten Stufenkeil in der Breite des Kleinbildfilms, den man selbst hergestellt haben kann. Wenn 6 oder 8 Stufen unterschiedlicher Dichte darauf sind, genügt das vollständig. Jedoch soll die erste Stufe eine Dichte von nicht mehr als 0,1 (wie ein leichter Grauschleier) und die letzte Stufe bzw. das Ende des Keiles eine Dichte von etwa 2,5 haben, bei der man in der Durchsicht die Wendel einer 60-W-Glühlampe betrachten kann, ohne geblendet zu werden.

Unter diesem Graukeil wird in einem Streifen-Kopierrahmen ein Stück Orwo UP 15 belichtet. Unter einer 15-W-Glühlampe in einem Abstand von etwa 1,50 m wird man etwa 2 s lang belichten müssen. Diese Angabe kann aber nur als Anhalt dienen. Nachdem man die Umkehrentwicklung nach Vorschrift durchgeführt hat, muß ein Positiv des Graukeils vorliegen. Bei zu knapper Belichtung erscheinen die Stufen des Graukeils zu dunkel, bei Überbelichtung zu hell.

11.3. Umkehrentwicklung von Halbtonbildern

11.3.1. Halbtonbilder als Endprodukte

Endprodukte des fotografischen Prozesses der Umkehrentwicklung sind Diapositive. Sie weisen gegenüber Papierbildern einen wesentlich größeren Tonumfang auf. Das gilt besonders für Dias, die auf Umkehrfilm aufgenommen wurden. Für diesen Zweck steht der Orwo-Umkehrfilm UP 15 zur Ver-

fügung. Speziell für diesen Film gibt es den konfektionierten Umkehrentwicklungssatz A 4105, der die Bestandteile für alle Bäder enthält, die für die Umkehrentwicklung benötigt werden.

Rechnet man damit, daß beim Selbstansatz der Bäder etwa 18 bis 20 Substanzen nacheinander in Lösung zu bringen sind, dann erscheint das Umkehrverfahren von der labortechnischen Seite zunächst wenig attraktiv. Der Orwo-Umkehrentwicklungssatz A 4105 enthält dagegen nur 11 Teilpackungen. Gegenüber den sonst gebräuchlichen Rezepturen entfällt dabei für das Bleichbad auch der wenig sympathische Umgang mit der Schwefelsäure. Alle Substanzen liegen in fester Form vor und sind schnell und leicht löslich.

Die Technologie der Umkehrentwicklung des Orwo UP 15, die auch als Muster bei der Benutzung anderer Rezepte dienen kann, ist der Tabelle 11.1. zu entnehmen.

Tabelle 11.1.: Orwo-Vorschrift 4105

	Zeit in Minuten	Temperatur in °C
Erstentwicklung	6 bis 7	20 ± 1/4
Wässern	4	12 ... 15
Bleichen	2	19 ... 21
Wässern	2	12 ... 15
Klären	2	19 ... 21
Wässern	2	12 ... 15
Zweitbelichtung	2	
Zweitentwicklung	2	20 ± 1/2
Wässern	1	12 ... 15
Fixieren	2	19 ... 21
Wässern	6	12 ... 15

Die Forderung der Orwo-Vorschrift, die Temperatur des Negativentwicklers (besser als „Erstentwickler“ zu bezeichnen) auf 1/4 K genau einzuhalten, dürfte für den Amateur etwas problematisch sein. In der Praxis zeigt sich jedoch, daß geringe Abweichungen der Temperatur des Bades vom Sollwert einen geringeren Einfluß auf das Ergebnis der Umkehrentwicklung haben als eine Variation der Entwicklungszeit bei der Erstentwicklung. Dieser Einfluß der Entwicklungszeit läßt sich jedoch praktisch nutzen. Bei unterbelichteten Filmen kann man die Entwicklungszeit im Erstentwickler auf 7 bis 8 min verlängern und bei überbelichteten

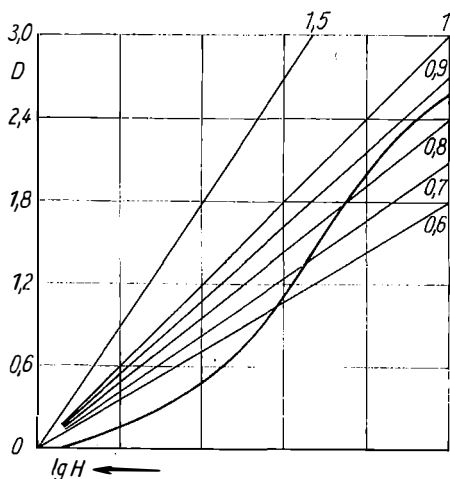


Bild 11.1. Gradationskurve des Orwo UP 15 nach Umkehrentwicklung im Orwo A 4105

Filmen auf 5 bis 6 min verkürzen, um normal gedeckte Positive zu erhalten.

Für die diffuse Zweitbelichtung werden 8000 lxs als ausreichend angegeben. Mit einer 100-W-Lampe (mit Reflektor) in 0,50 m Abstand wird diese Belichtung in 2 min mit Sicherheit erreicht. Die Zweitbelichtung kann jedoch ohne jeden Nachteil auch überdosiert werden.

Die Zeiten für die Zwischenwässerung – besonders nach dem Bleichen und dem Klären – müssen unbedingt eingehalten werden.

Die Arbeitsgänge nach dem Erstentwickeln sind völlig problemlos, wenn man sich an die gegebenen Vorschriften hält.

Die Eigenschaften konfektionierter Umkehrentwickler sind immer auf die Eigenschaften des Filmmaterials abgestimmt, für das sie geschaffen wurden, so daß man beide nur im Zusammenhang betrachten kann. Bild 11.1. zeigt die Gradationskurve eines Orwo UP 15, der nach der Orwo-Vorschrift 4105 entwickelt wurde. Die Dauer der Erstentwicklung betrug 7 min.

Bekanntlich muß beim Umkehrfilm die richtige Belichtungszeit sehr genau eingehalten werden. Deshalb interessiert auch die Farbsensibilität des Orwo UP 15. Sie wurde mit

Hilfe der Orwo-Stufenfarbentafel Nr. 2 ermittelt und ist in der Tabelle 11.2. angegeben.

Der Erstentwickler Orwo A 829 kann vom Amateur nicht selbst angesetzt werden. Er enthält Phenidon, das schwer zu beschaffen ist. Man kann dafür das Rezept Orwo 826 benutzen:

Umkehr-Erstentwickler Orwo 826

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	2 g
Natriumsulfit	25 g
Orwo H 142	14 g
Kaliumkarbonat	40 g
Natriumsulfat	10 g
Natriumhydroxid	2 g
Kaliumthiocyanat	2,5 g
Kaliumbromid	2 g
Wasser bis auf	1 l

Das Natriumhydroxid wird in 100 ml Wasser von etwa 20 °C gesondert gelöst und dem auf Zimmertemperatur abgekühlten übrigen Ansatz zugefügt. Erst dann wird auf das Endvolumen von 1 l aufgefüllt.

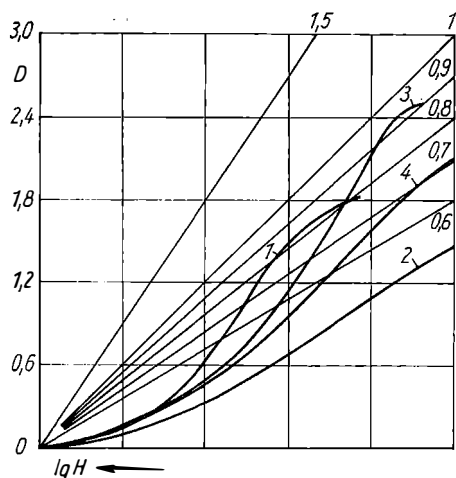
Zum Bleichen wird das Rezept Orwo 830

Tabelle 11.2.: Farbwiedergabe des Orwo UP 15

Beleuchtung	Blau	Grün	Gelb	Rot
Tageslicht bei Sonne	160	45	70	130
Kunstlicht (Fotolampen)	100	45	90	180

Bild 11.2. Gradationskurven
des Orwo NP 15 nach Umkehrentwicklung
in verschiedenen Entwicklern:

- 1) Orwo A 4105 2) Ferrania R 32
3) Orwo A 71 mod 4) Orwo 22 mod



(s. Abschn. 10.3.) und für das Klären das Rezept Orwo 831 (s. Abschn. 10.4.) benutzt. Der Zweitentwickler nach Rezept Orwo 841 ist wie der Erstentwickler, jedoch ohne Natriumsulfat und ohne Kaliumthiocyanat anzusetzen.

Für das Fixieren nimmt man am besten ein Schnellfixierbad.

11.3.2. Halbtonbilder als Zwischenprodukte

Zwischenprodukte des fotografischen Prozesses, die durch die Umkehrentwicklung gewonnen wurden, können Duplikatnegative, Zwischennegative für Tontrennungsverfahren und Negative mit einer gegenüber einem Urnegativ geänderten Dichte oder Gradation sein.

Vielfach werden beispielsweise Duplikat-Negative in der Weise hergestellt, daß zunächst ein Filmpositiv und von diesem wieder ein Filmnegativ hergestellt werden. Es sind also zwei abgeschlossene fotografische Prozesse erforderlich.

Durch die Umkehrentwicklung einer Kopie des Urnegativs läßt sich ein beachtlicher Rationalisierungseffekt erzielen. Auch Tontrennungsverfahren lassen sich auf diese Weise sehr vereinfachen.

Für alle diese Zwecke kann man Filmmaterial verwenden, das eigentlich für die Umkehrentwicklung gar nicht bestimmt ist, wie den Orwo NP 15, den Orwo PF 2 und den

Orwo DK 5. Auch die fototechnischen Filme sind hierfür geeignet.

Die Gradation des Zwischenprodukts wird durch die Wahl des Filmmaterials, der Entwickler und die Dauer der Erstentwicklung bestimmt. Das ergibt eine Fülle von Variationen, aus denen hier nur einige herausgegriffen werden können. Als Beispiel seien zunächst einige Möglichkeiten der Umkehrentwicklung des Orwo NP 15 beschrieben. Zunächst bietet sich natürlich die Möglichkeit an, den NP 15 im konfektionierten Orwo-Umkehr-Entwicklungssatz A 4105 zu entwickeln. Das ist auch ohne jede Schwierigkeit möglich. Die Technologie der Umkehrentwicklung unterscheidet sich in keiner Weise von der für den UP 15. Die Ausnutzung der Empfindlichkeit des Orwo NP 15 ist die gleiche wie bei der Negativentwicklung im Orwo A 49. Die Gradationskurve bei einer Dauer der Erstentwicklung von 6 min ist in Bild 11.2. zu finden. Das Gamma liegt bei 1,3.

Um das erzielte Ergebnis richtig beurteilen zu können, muß man davon ausgehen, daß die aufkopierte Vorlage – ein Graukeil – ein Gamma von 1 hat. Der Kontrast wird also gegenüber dem Urnegativ etwas angehoben.

Ein praktisches Beispiel zeigen die Bilder 11.3. und 11.4. auf Seite 69.

Ein wesentlich geringeres Gamma kann bei der Umkehrentwicklung des Orwo NP 15 erreicht werden, wenn als Erstentwickler das Rezept von Ferrania benutzt wird. Je nach

gewünschter Gradation kann die Dauer der Erstentwicklung 6 bis 10 min betragen.

Umkehr-Erstentwickler Ferrania R 32

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	2 g
Natriumsulfit	100 g
Orwo H 142	8 g
Natriumkarbonat	50 g
Kaliumthiocyanat	2 g
Kaliumbromid	0,5 g
Wasser bis auf	1 l

Für die weitere Behandlung nach der Erstentwicklung kann man entweder die Bäder der Orwo-Vorschrift verwenden oder die der Ferrania-Vorschrift. Diese enthält das Bleichbad Ferrania V 31 (s. Abschn. 10.3.) und das Klärbad Ferrania V 32 (s. Abschn. 10.4.). Der Zweitentwickler entspricht dem Erstentwickler, ist jedoch ohne Kaliumthiocyanat anzusetzen.

Bei der Zweitentwicklung ist voll durchzuwickeln, bis sich die Deckung nicht mehr ändert. Auf eine Behandlung im Fixierbad wird man jedoch trotzdem nicht verzichten, da erst dort eine völlige Entfärbung des Orwo NP 15 eintritt. Silberfreie Stellen sind dann klar wie Glas.

Sehr zweckmäßig ist eine Härtung der Schicht mit dem Härtefixierbad Ferrania F 8 (s. Abschnitt 9.2.) oder einem beliebigen anderen Härtefixierbad. Das Härtefixierbad Ferrania F 8 hat jedoch den Vorteil, daß es durch den Borsäurezusatz sehr stabil ist.

Die Gradationskurve bei einer Erstentwicklung von 7 min ist ebenfalls in Bild 11.2. enthalten. Sie weist ein Gamma von 0,6 auf. Wie viele andere Entwicklerrezepte auch, kann man das für die Entwicklung von Filmtiteln, Strichrepros u. a. bekannte Rezept Orwo 22 zum Umkehr-Erstentwickler modifizieren:

Umkehr-Erstentwickler Orwo 22 mod

Orwo A 901	2 g
Orwo M 143	0,8 g
Natriumsulfit	40 g
Orwo H 142	8 g
Kaliumkarbonat	50 g
Kaliumthiocyanat	2 g
Kaliumbromid	5 g
Wasser bis auf	1 l

Bleich- und Klärbad können beliebig gewählt werden, wobei die in Abschn. 10.2. und 10.4. gegebenen Hinweise zu beachten sind. Als Zweitentwickler ist der konfektionierte Orwo-Repro-Entwickler A 71 zu empfehlen. Entwickelt man im Erstentwickler 6 min und im Zweitentwickler 3 min, so erhält man die in Bild 11.2. dargestellte Gradationskurve mit einem Gamma von etwa 1 (Kurve 4). Bei diesem Erstentwickler hat man den nicht gering einzuschätzenden Vorteil – wie auch beim Ferrania R 32 –, daß gegenüber anderen Entwicklern ein größerer Belichtungsspielraum gegeben ist.

Auch den konfektionierten Orwo-Repro-Entwickler A 71 kann man sehr einfach zum Erstentwickler modifizieren:

Umkehr-Erstentwickler Orwo A 71 mod

Entwickler-Lösung A 71	1 l
Kaliumthiocyanat	2 g

Als Zweitentwickler kann der unveränderte Orwo A 71 dienen. Entwickelt man den Orwo NP 15 in diesem Erstentwickler 6 min und im Zweitentwickler 3 min, so erhält man eine Gradationskurve nach Bild 11.2., Kurve 3. Das Gamma liegt bei 0,8. Das Gamma – genauer der g-Wert – wird bei diesen vier Kurven durch die Gerade bestimmt, die durch die Gradationskurve bei den Punkten $D = 0,3$ und $D = 1,3$ geht. Wenn (beispielsweise für Tonwertauszüge) eine sehr steile Gradation erforderlich ist, kann man den Orwo PF2 oder einen ihm ähnlichen Fototechnischen Film verwenden. Dabei wird man aber nicht gleich allzu steil arbeitende Entwickler benutzen. Bei Verwendung des Umkehr-Erstentwicklers Ferrania R 32 und des Orwo N 113 als Zweitentwickler erhält man bei einer Entwicklungszeit von 4 min im Erstentwickler beim Orwo PF2 bereits ein Gamma von etwa 2,3 (Bild 11.5.).

Es könnten noch viele Beispiele für derartige Technologien angegeben werden.

Zum Schluß soll jedoch noch ein Beispiel angeführt werden, das in verschiedener Hinsicht interessant und leicht zu praktizieren ist.

Der Orwo-Dokumentenfilm DK 5 ist bekanntlich panchromatisch sensibilisiert. Man kann ihn zur Herstellung von Dias verwenden,

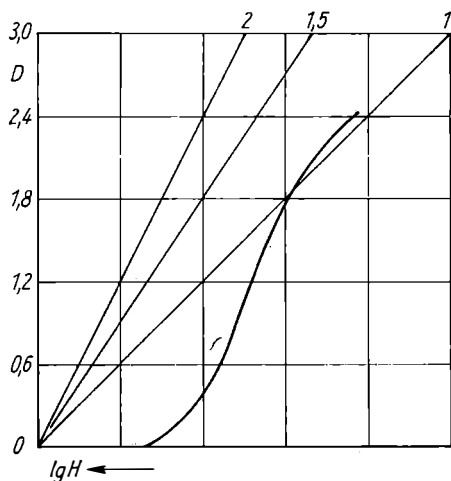


Bild 11.5. Gradationskurve des Orwo PF 2 nach Umkehrentwicklung im Erstentwickler Ferrania R 32 und Zweitentwicklung im Orwo N 113

wenn das aufzunehmende Motiv sehr kontrastarm ist. Bei der Bestimmung der Belichtungszeit geht man von der Korrektur des Belichtungsmessers aus, die man anbringen muß, wenn ein NP 15 im Orwo A 49 zu entwickeln ist. Bei den meisten Belichtungsmessern muß man dann eine um 6 DIN höhere Empfindlichkeit einstellen. Da der DK 5 eine Empfindlichkeit von etwa 7 DIN besitzt, müßte in diesem Falle der Belichtungsmesser auf 13 DIN eingestellt werden. Die Belichtung des Films muß sehr genau sein, weshalb es sich empfiehlt, einige zusätzliche Aufnahmen mit einem Unterschied von $\frac{1}{4}$ Blendenwert bei der Belichtung zu machen.

Folgende Technologie der Umkehrentwicklung ist zu empfehlen:

Erstentwicklung 5 min in Ferrania R 32 bei 20°C.

Bleichen in Ferrania V 31 oder in Orwo A 833,

Klären in Ferrania V 32 oder in Orwo A 835. Zweitbelichtung wie üblich.

Für die Zweitbelichtung kann der Orwo A 842 oder der Ferrania R 32 ohne Kaliumthiocyanat verwendet werden.

Es ist voll durchzuentwickeln. Im Fixierbad verschwindet auch eine etwa noch vorhandene Restfärbung des DK 5. Alle Zwischenwässerungen und die Schlußwässerung sind wie üblich vorzunehmen.

Man erhält sehr brillante Dias von einer Leuchtkraft, die man bei dem aufgenommenen Motiv niemals erwartet hätte.

11.4. Umkehrentwicklung von Strichreproduktionen

Wer bereits einige Erfahrungen mit dem Orwo DK 5 sammeln konnte, wird vor allem dessen außerordentlich große Vielseitigkeit schätzen. Das gilt besonders für die Gradation. Durch zweckentsprechende Wahl des Entwicklers läßt sich praktisch zwischen normal und steil jedes gewünschte Gamma erzielen, wobei stets hohe Schwärzungen erreicht werden.

Das Hauptanwendungsgebiet des Dokumentenfilms ist die Reproduktion von Strichvorlagen, wobei man zum Negativ entwickelt. Häufig werden jedoch auch Filmpositive benötigt. Das können beispielsweise Duplikate der Mikroverfilmungen von Büchern und Zeitschriften, Vortragsdias von technischen Zeichnungen, Dias für den Unterricht sein. Die optische Methode der Herstellung von Duplikat-Positiven, bei der zunächst ein Negativ hergestellt und dieses dann wieder auf Film kopiert wird, ist unwirtschaftlich. Das Verfahren der Wahl ist hier die Umkehrentwicklung.

Der Erstentwickler muß ein besonders kräftig und rapid arbeitender Entwickler sein, der die Schicht schnell und zuverlässig voll durchentwickelt und einen erhöhten Schleier bewirkt.

Für das Grundrezept des Erstentwicklers kann man auf den konfektionierten Orwo-Konstantentwickler N 113 zurückgreifen, der wie folgt modifiziert wird:

Umkehr-Erstentwickler Orwo N 113 mod

Orwo N 113, Gebrauchslösung	1 l
Kaliumthiocyanat	3 g
Natriumsulfat	10 g

Während also sonst der Orwo N 113 für die Filmentwicklung im Verhältnis 1+1 mit Wasser verdünnt wird, ist hier der Entwickler in der für die Papierentwicklung üblichen konzentrierten Form anzusetzen. Zum Bleichen kann man die Bleichbäder Orwo A 833 oder Ferrania V 31 und für das Klären die Klärbäder Orwo A 835 oder Ferrania V 32 verwenden.

Für die Zweitentwicklung ist praktisch jeder schnell arbeitende und tiefe Schwärzungen erzeugende Entwickler geeignet. Der Einfachheit und seiner guten Eigenschaften wegen wird dazu der Orwo N 113 in der für die Papierentwicklung üblichen konzentrierten Form ohne jeden Zusatz verwendet. Zum Fixieren kann jedes beliebige Fixierbad verwendet werden. Bei vollständiger Durchentwicklung im Zweitentwickler könnte das Fixieren entfallen, da ja kein unentwickeltes Silberbromid mehr zu entfernen sein dürfte. Bei Strichreproduktionen kann das auch als sicher gelten. Hauptsächlich zum Entfernen der etwa noch vorhandenen Restfärbung wird man jedoch noch eine Minute fixieren.

Für den Orwo DK 5 gilt damit folgende Arbeitsvorschrift:

1. Erstentwicklung	4,5 min bei 20°C
2. Wässern	2 min
3. Bleichen	2 min
4. Wässern	2 min
5. Klären	1 min
6. Wässern	2 min
7. Zweitbelichtung	2 min
8. Zweitentwicklung	2 min bei 20°C
9. Wässern	1 min
10. Fixieren	1 min
11. Schlußwässerung	4 min

Die angegebenen kurzen Wässerungszeiten gelten nur bei reichlichem Frischwasser-Zufluß und bei Wassertemperaturen ab 15 °C. Die Arbeitsgänge 1 bis 3 sind bei völliger Dunkelheit durchzuführen. Die übrigen Arbeitsgänge können bei hellem Dunkelkammerlicht (ungefiltert) erfolgen.

Beim Belichten des Films ist eine Empfindlichkeit von 6 bis 7 DIN vorauszusetzen.

Wer ausschließlich mit konfektionierten Chemikalien arbeiten will, kann die Umkehrentwicklung des DK 5 auch im Orwo-Umkehrentwicklungssatz A 4105 nach der vom Hersteller angegebenen Vorschrift durchführen (Tabelle 11.3.). Für die Zweitentwicklung kann dabei der Orwo F 199 benutzt werden (eingeklammerte Daten in der Tabelle 11.3.), wodurch die Verarbeitungszeit etwas verkürzt wird. Es entfällt dabei eine Zwischenwässerung und das gesonderte Fixieren.

Tabelle 11.3.: Umkehrentwicklung des DK 5 im Orwo-Umkehrentwicklungssatz A 4105 (Orwo-Vorschrift)

Vorgang	Bad	°C	min	°C	min
Erstentwicklung	Orwo 829	20 ± 1/4	1 ... 4	25 ± 1/4	0,5 ... 3
Wässerung		12 ... 15	3	17 ... 20	2
Bleichen	Orwo 833	19 ... 21	1,5	24 ... 26	1
Wässerung		12 ... 15	1,5	17 ... 20	1
Klären	Orwo 835	19 ... 21	1,5	24 ... 26	1
Wässerung		12 ... 15	1,5	17 ... 20	1
Zweitbelichtung			2×1		2×1
Zweitentwicklung	Orwo 842	20 ± 1/2	1,5	25 ± 1/2	1
	(F 199)	(20 ± 1/2)	(3)	(25 ± 1/2)	(2)
Wässerung		12 ... 15	1	17 ... 20	3/4
Fixieren	Orwo 303	19 ... 21	1,5	24 ... 26	1
Wässerung		12 ... 15	4	17 ... 20	3
		(12 ... 15)	(1/2)	(17 ... 20)	(1/4)

Für die Zeit der Erstentwicklung wird in dieser Vorschrift ein großer Toleranzbereich angegeben. Zu beachten ist jedoch, daß bei längeren Zeiten zwar die Empfindlichkeit besser ausgenutzt wird, dafür jedoch die erreichbare Maximaldichte erheblich abnimmt. Außerdem wird die Gradation flacher.

Bei Strichreproduktionen auf steil graduerten Fototechnischen Filmen wie dem Orwo FU 5 oder dem Orwo FO 5 ist die Umkehrentwicklung noch einfacher und der durch die Umkehrentwicklung erzielbare Rationalisierungseffekt kaum noch zu überbieten.

Als Erstentwickler kann der Orwo N 113 in der üblichen konzentrierten Form ohne jeden weiteren Zusatz verwendet werden. In dem gleichen Bad kann auch die Zweitentwicklung vorgenommen werden. Es gilt die gleiche Arbeitsvorschrift wie für den Orwo DK 5 mit dem Unterschied, daß die Erstentwicklung nur 2 min dauert. Außerdem kann bereits vom Punkt 2 der Arbeitsvorschrift an im Hellen weitergearbeitet werden. Dadurch ist bereits zu diesem Zeitpunkt eine Gütekontrolle möglich. Es muß jetzt ein gut durchgeschwärztes Negativ vorliegen, wobei die Zeichnungsteile zwar ganz leicht belegt, jedoch nicht zugelaufen sein dürfen.

Wenn der Arbeitsplatz genügend beleuchtet wird, ist eine gesonderte Zweitbelichtung nicht erforderlich. Sie erfolgt dann bei den anschließenden Arbeitsschritten ausreichend genug.

Bei der Zweitentwicklung erscheint die Schwärzung schon nach 20...30 s. Um jedoch eine hohe Dichte zu erzielen, soll die angegebene Entwicklungszeit unbedingt eingehalten werden.

Das Fixierbad kann ohne weiteres weggelassen werden. Dann dauert die gesamte Umkehrentwicklung nur noch 17 min.

Der Zweitentwickler braucht übrigens gar keine organischen Entwicklersubstanzen zu enthalten. Man kann es billiger haben, wenn man ein Silberfällungsmittel als „Zweitentwickler“ benutzt. Dazu ist folgendes Rezept zu empfehlen:

Anorganischer „Zweitentwickler“

Orwo A 901	2 g
Natriumdithionit	15 g
Natriumkarbonat	10 g
Wasserbis auf	1 l

Damit erhält man die höchstmöglichen Schwärzungen.

12. Abschwächen und Klären

12.1. Nomenklatur der Abschwächer

Die Abschwächer werden nach der Art ihrer Wirkung klassifiziert.

Substraktive oder Oberflächenabschwächer

wirken annähernd gleichmäßig auf alle Teile des Silberbildes ein. Dadurch ist allerdings der Einfluß des Abschwächungsprozesses auf die Schatten größer als auf die Lichter. Die Gradation wird nicht verändert.

Subproportionale Abschwächer

greifen geringe Schwärzungen und etwa vorhandene Schleier zuerst an. Die Filme werden klar, wobei der Kontrast vergrößert wird. Sie werden wohl am häufigsten zum Klären von Strich-Reproduktionen und von Dias benutzt.

Proportionale Abschwächer

schwächen die Dichte des Films in den Lichtern, Mitteltönen und Schatten in gleichem Verhältnis zur vorhandenen Dichte ab. Der Kontrast wird dadurch vermindert.

Superproportionale Abschwächer

greifen die Lichter des Films stärker als die Schatten an. Es resultiert eine Verminderung des Kontrastes, wobei die Schattenzeichnung nicht verlorenggeht.

Zu den Methoden der superproportionalen Abschwächung kann auch jede Tonung des

Silberbildes zu einem blauen Farbton gerechnet werden.

Superproportionale Abschwächung kann außerdem bei entsprechender Wahl der Mittel auch durch eine Umentwicklung erreicht werden. Bei den meisten Amateuren gilt sie heute als die Methode der Wahl.

12.2. Substraktive Abschwächer

Als substraktiver Abschwächer wird hauptsächlich Kaliumpermanganat in saurer Lösung benutzt. Die Stammlösungen sind monatelang, Gebrauchslösungen einige Tage lang haltbar. Sehr gut bewährt haben sich in der Praxis vor allem die Rezepte Orwo 708 und Du Pont 5-R, die hier auf wirtschaftlich zweckmäßige Mengen umgerechnet angegeben werden.

Orwo 708

Wasser	100 ml
Kaliumpermanganat	1 g
Schwefelsäure D_{20} 1,84	5 ml
Gebrauchslösungen:	

Für Kleinbilddosen sind 4 ml Stammlösung mit Wasser auf 400 ml Endvolumen aufzufüllen.

Für Rollfilmdosen sind 6 ml Stammlösung mit Wasser auf 600 ml Endvolumen aufzufüllen. Die Auflösung des Kaliumpermanganats ist bei Zimmertemperatur sehr langwierig. Man erwärmt daher zuvor das Wasser auf etwa

50 °C und löst darin das Kaliumpermanganat unter ständigem Umrühren. Danach wird die Lösung filtriert.

Du Pont 5-R

Lösung A:

Wasser 100 ml

Kaliumpermanganat 5 g

Lösung B:

Wasser 200 ml

Schwefelsäure D₂₀ 1,84 10 ml

Gebrauchslösungen:

Für Kleinbilddosen: 380 ml Wasser + 6 ml Lösung A + 12 ml Lösung B.

Für Rollfilmdosen: 570 ml Wasser + 9 ml Lösung A + 18 ml Lösung B.

Vor dem Abschwächen müssen die Filme gut gewässert sein, da sonst Flecken auftreten können.

Die braune Anfärbung der Gelatine entfernt man nach dem Abschwächen entweder in frischem saurem Fixierbad aus Orwo A 300 oder in einer 10%igen Kaliumdisulfid-Lösung. Wer das Natriumthiosulfat aus einer Packung des konfektionierten Orwo A 300 bezieht, kann auch ein Bad aus 1 g des pulverförmigen Teils der Doppelpackung auf 100 ml Wasser benutzen.

Nach dem Abschwächen muß etwa 20 min lang in fließendem Wasser gewässert werden.

Wie sich die Abschwächung in der Praxis auswirkt, ist aus den Bildern 12.1. und 12.2. auf Seite 69 zu ersehen.

Für zu dichte Dias und andere Filmpositive hat sich auch folgende Vorschrift bewährt:

Agfa 707

Kaliumaluminiumsulfat 50 g

Kaliumpermanganat 0,5 g

Wasser bis auf 1 l

Zum Gebrauch wird im Verhältnis 1+1 mit Wasser verdünnt. Die Behandlungsdauer beträgt 2 bis 5 min.

Für die Kleinbildtechnik kann man sich dazu folgende Vorratspackungen als „Eigenkonfektionierung“ herstellen:

Teil A: 1 g Kaliumpermanganat in 200 ml Wasser gelöst und filtriert.

Teil B: 10 Tablettenröhrchen mit je 10 g Kaliumaluminiumsulfat.

Zum Gebrauch löst man den Inhalt von einem Tablettenröhrchen in 380 ml Wasser von 40 bis 50 °C und fügt nach dem Abkühlen 20 ml der Lösung A hinzu.

12.3. Abschwächer nach Farmer und dessen Modifikationen

12.3.1. Allgemeines

Der Farmersche Abschwächer ist ein Oberflächenabschwächer. Er wirkt subproportional. Seine Wirkungsweise ist unabhängig von der Einwirkungszeit und der Temperatur.

Im Originalrezept von Farmer wird eine Lösung verwendet, die etwa 0,5 bis 1% Kaliumhexacyanoferrat(III) und etwa 10% Natriumthiosulfat enthält.

Die gemischten Lösungen dieser Substanzen sind etwa 30 min lang haltbar. Diese geringe Haltbarkeit hat zur Folge, daß der Grad der Abschwächung in der Zeiteinheit relativ schnell abnimmt.

Die Rapidität der Ätzwirkung ist im wesentlichen von dem Gehalt des Abschwächers an Kaliumhexacyanoferrat(III) abhängig. Je größer dessen Anteil, desto schneller arbeitet der Abschwächer. Jedoch können zu geringe und zu große Mengen an Natriumthiosulfat verzögern. Der Einfluß der Temperatur auf die Rapidität der Ätzwirkung ist sehr gering.

Verdünnte Lösungen mit kurzer Einwirkungszeit werden gern zum Klären von Dias und Strichreproduktionen benutzt.

Mögliche Modifikationen:

1. Durch Zusatz von Ammoniak-Lösung wird der Farmersche Abschwächer bedeutend haltbarer. Als Beispiel hierfür wird das Rezept von Namias in Abschn. 12.3.2. angegeben.

Die Eigenschaften des Abschwächers werden durch den Zusatz von Ammoniak-Lösung nicht verändert.

2. Beim Farmerschen Abschwächer bleibt auch beim vollständigen Abschwächen stets ein Restbild zurück. Ein Zusatz von Thioharnstoff bewirkt, daß auch dieses vollständig entfernt werden kann.

3. Es werden getrennte Lösungen, sogenannte Zweibad-Abschwächer, benutzt, die besonders für überbelichtete Negative und für Papierbilder geeignet sind. Die Wirkung verläuft langsamer als bei den in der Zusammensetzung ähnlichen Einbad-Abschwächern und neigt mehr zu der Gruppe der proportionalen Abschwächer. Im ersten Bad bildet sich aus dem Bildsilber Silberhexacyanoferrat(II), das mit Natriumthiosulfat eine wasserlösliche Silberthiosulfatkomplexverbindung eingeht.

Die Abschwächung kann zur Kontrolle der Filme durch reichliches Abspülen mit Wasser unterbrochen werden, solange noch nicht fixiert wurde.

4. Zur Verlängerung der Haltbarkeit werden auch Äthanolamin (2-Aminoäthanol), Triäthanolamin, Äthylendiamin und Natriumkarbonat verwendet. Ein Zusatz von Natriumkarbonat bewirkt neben der Verlängerung der Haltbarkeit, daß geringe Schwärzungen etwas verzögert abgeschwächt werden.

Zur Schonung der Schattendetails wird auch ein Vorbild in 2%iger Essigsäurelösung mit nachfolgendem Fixierbad vor dem eigentlichen Abschwächen empfohlen.

Der Farmersche Abschwächer ist den Bleichbädern verwandt, bei denen Kaliumhexacyanoferrat(III) als Oxydationsmittel verwendet wird. Daher werden diese – wenn gerade vorhanden – auch ersatzweise in stärkerer Verdünnung als Abschwächer in der Art der Zweibad-Abschwächung benutzt. Nach dem Abschwächen mit einem Bleichbad ist also zu fixieren, und zwar möglichst in einem neutralen Fixierbad. Nach dem Abschwächen ist stets zu wässern wie nach dem Entwicklungsprozeß.

12.3.2. Einbad-Abschwächer

Wenn der Farmersche Abschwächer selten benötigt wird, wie etwa im Kleinlabor des Amateurs, lohnen sich Vorratslösungen nicht. Wenn er wirklich einmal gebraucht wird, kann er gleich gebrauchsfertig angesetzt werden.

In Institutionen dagegen, in denen häufig Dias, Lesefilme oder Strichreproduktionen gemacht werden, sollten Vorratslösungen des Farmerschen Abschwächers oder einer seiner Modifikationen bereitstehen. Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Vorratsflaschen auch mit der jeweiligen Gebrauchsanweisung zu beschriften. Bei den Vorratslösungen des Orwo 700a ist es zweckmäßig, statt der Mischungsverhältnisse die jeweils benötigten Volumina der beiden Vorratslösungen und des Wassers für ein bestimmtes Endvolumen anzugeben. Diese Art der Arbeitsvorbereitung macht sich immer bezahlt.

12.3.3. Zweibad-Abschwächer

Das Rezept Kodak R-4b ist mehr für Filme gedacht, während das Rezept A-1 bevorzugt für Papiere benutzt wird. Das abschwächende Material wird zunächst in Lösung A je nach dem geforderten Grad der Abschwächung 1 bis 4 Minuten behandelt, wobei es möglichst gleichmäßig zu bewegen ist. Nach kurzem Abspülen in Wasser wird die Behandlung etwa 5 min lang in Lösung B fortgesetzt. Danach ist gründlich zu wässern.

Beim Rezept A-1 wird das Bildsilber zunächst in Silberchlorid umgewandelt. Dadurch besteht die Möglichkeit, daß eine zu starke Abschwächung durch Wiederentwicklung rückgängig gemacht werden kann, solange noch nicht fixiert wurde.

Gebrauchsfertige Ansätze für Kleinbilddosen (0,4 l) und für Rollfilmdosen (0,6 l)

	Kodak R-4b		A-1	
Lösung A				
Kaliumhexacyanoferrat(III)	3 g	4,5 g	2 g	3 g
Natriumchlorid			2 g	3 g
Wasser bis auf	0,4 l	0,6 l	0,4 l	0,6 l
Lösung B				
Natriumthiosulfat	80 g	120 g	40 g	60 g
Wasser bis auf	0,4 l	0,6 l	0,4 l	0,6 l

Gebrauchsfertige Ansätze für Kleinbild Dosen

	Farmer	Namias	schnell	Orwo 700a mittel	langsam
Kaliumhexacyanoferrat(III)	2 g*)	6 g	10 g	5 g	2 g
Natriumthiosulfat	48 g	20 g	20 g	10 g	4 g
Thioharnstoff			2,5 g	1,5 g	0,5 g
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,907		16 ml			
Wasser bis auf		jeweils 0,4 l			

*) Je nach gewünschter Rapidität kann die Menge bis auf 4 g erhöht werden.

Gebrauchsfertige Ansätze für Rollfilmdosen

	Farmer	Namias	schnell	Orwo 700a mittel	langsam
Kaliumhexacyanoferrat(III)	3 g*)	9 g	15 g	7,5 g	3 g
Natriumthiosulfat	74 g	30 g	30 g	15 g	6 g
Thioharnstoff			3,5 g	2 g	1 g
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,907		24 ml			
Wasser bis auf		jeweils 0,6 l			

*) Je nach gewünschter Rapidität kann die Menge bis auf 6 g erhöht werden.

Ansatz als Vorratslösungen

	Farmer	Orwo 700	Orwo 700a	Namias
Lösung A				
Kaliumhexacyanoferrat(III)	10 g	20 g	50 g	6 g
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	200 ml
Lösung B				
Natriumthiosulfat	125 g	150 g	100 g	20 g
Thioharnstoff		12 g	12 g	
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,907				16 ml
Wasser bis auf	1 l	1 l	1 l	200 ml

Gebrauchslösungen:

- Farmer: Kurz vor Gebrauch zu je 100 ml der Lösung B je nach gewünschter Rapidität der Ätzwirkung 5 bis 10 ml der Lösung A geben.
- Orwo 700: Kurz vor Gebrauch gleiche Mengen der Lösung A und der Lösung B mischen.
- Orwo 700a: Kurz vor Gebrauch gleiche Mengen der Lösung A und der Lösung B mischen. Durch Verdünnen mit Wasser ist die Rapidität der Ätzwirkung einstellbar.
- Verdünnung 1+1 mit Wasser: schnell
- Verdünnung 1+2 mit Wasser: mittelschnell
- Verdünnung 1+4 mit Wasser: langsam

12.4. Proportionale Abschwächer

Für Kleinbildfilme besonders gut geeignet ist der Abschwächer Kodak R-8, der auf eine Vorschrift von Belitski zurückgeht. Er ist hinsichtlich der Rapidität der Ätzung abstimmbare und kann dazu mit Wasser bis auf das doppelte seines Volumens verdünnt werden. In 1 l Lösung kann man etwa 5 bis 6 Kleinbild- oder Rollfilme abschwächen. Die Halt-

barkeit des unverdünnten Abschwächers beträgt einige Monate.

Kodak R-8

Eisen(III)-chlorid	25 g
Kaliumziträt	75 g
Natriumsulfat	30 g
Zitronensäure	20 g
Natriumthiosulfat	200 g
Wasser bis auf	1 l

Der Kodak R-8 ist zwar der teuerste Abschwächer, doch macht sich sein Einsatz besonders in der Kleinbildtechnik bezahlt, da er das Korn nicht merkbar vergrößert.

Wesentlich billiger ist der Kodak R-7. In 1 l Lösung kann man 10 bis 12 Kleinbild- oder Rollfilme abschwächen. Vor dem Abschwächen sollte man die Negative aber härten, wofür eine Formaldehyd-Lösung am geeignetsten ist.

Kodak R-7

Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	10 ml
Ammoniumeisen(III)-sulfat	15 g
Wasser bis auf	1 l

Nach dem Abschwächen ist gut zu wässern. In eiligen Fällen kann man auch Kaliumpermanganat in neutraler Lösung verwenden. Dazu löst man 1 g Kaliumpermanganat in 50 ml Wasser von 50 bis 70 °C unter ständigem Umrühren auf. Danach wird mit kaltem Wasser auf 500 bis 600 ml Endvolumen aufgefüllt und filtriert. Die Behandlung der Filme ist die gleiche, wie im Abschnitt 12.2. bei den Abschwächern mit Kaliumpermanganat beschrieben.

Die Bilder 12.3. und 12.4. auf Seite 70 veranschaulichen die Wirkung der proportionalen Abschwächung.

Zur Abschwächung von zu dichten Dias u. a. bei richtiger Gradation ist auch folgendes Rezept zu empfehlen:

Orwo 704

Kaliumdichromat	1,0 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	2 ml
Wasser bis auf	1 l

Zum Gebrauch ist eine entsprechende Menge im Verhältnis 1+1 mit Wasser zu verdünnen. Die Behandlungszeit beträgt 2 bis 5 min. Nach kurzem Spülen in Wasser wird die Gelbfärbung in frischem saurem Fixierbad entfernt. Anschließend ist ausreichend zu wässern.

12.5. Superproportionale Abschwächung

Die superproportionale Abschwächung gelingt am leichtesten durch Umentwicklung. Das Bildsilber wird dabei zunächst durch

ein Bleichbad in Silberbromid umgewandelt. Das geschieht am besten bei sehr gedämpftem Kunstlicht oder noch besser bei hellrotem Dunkelkammerlicht.

Bei Bleichbädern mit Kaliumhexacyanoferrat(III) oder Kaliumdichromat wird nach dem Wässern die Gelbfärbung der Gelatine am schnellsten durch eine 2%ige Natriumhydrogensulfit-Lösung entfernt. Danach wird nochmals kurz gewässert.

Nach der Umwandlung des Bildsilbers in Silberbromid, dem Bleichen, wird mit einem Fein- oder Feinstkornentwickler erneut entwickelt, bis die gewünschte Deckung erreicht ist. Das kann bei hellem Glühlampenlicht erfolgen. Anschließend wird fixiert, gewässert und dann getrocknet.

Soll mit einem konfektionierten Fein- oder Feinstkornentwickler, etwa dem Orwo A 49, wiederentwickelt werden, ist das Bleichbad B-3 zu empfehlen.

Bleichbad B-3

Kupfer(II)-sulfat, entwässert	10 g
Kaliumbromid	10 g
Wasser bis auf	1 l

Es ist zweckmäßig, aber nicht unbedingt erforderlich, der Lösung noch einige Tropfen Schwefelsäure zuzugeben. Die Lösung wird filtriert und ist damit gebrauchsfertig. Die Behandlungszeit beträgt je nach Material und Dichte des vorhandenen Silberbildes 4 bis 7 min bei 20 °C. Nach dem Bleichen ist gut zu wässern.

Das Ergebnis einer solchen Abschwächung durch Umentwicklung ist an den Gradationskurven in Bild 12.5. abzulesen.

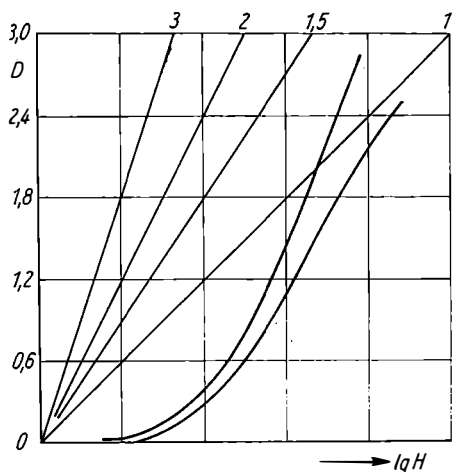
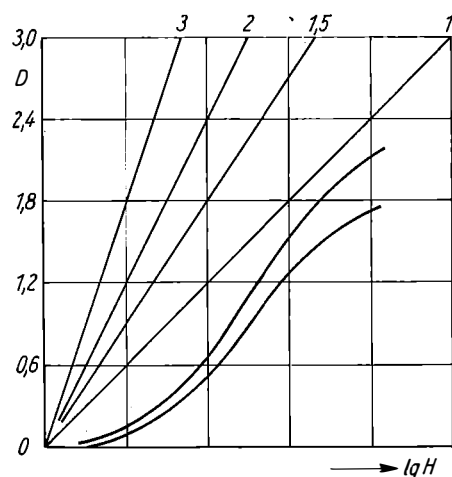
Das Bleichbad eignet sich übrigens auch für die Behandlung von Papieren. Die Wiederentwicklung wird dann jedoch in einem Papierentwickler vorgenommen.

Man kann auch das konfektionierte Orwo-color-Bleichbad C 55 zum Bleichen verwenden. Die Packung für 0,4 l Lösung kann zum Beschriften von Rollfilmdosen auch bis auf 0,6 l Lösung verdünnt werden. Der Bleichvorgang wird dadurch nur etwas verzögert. Die Wiederentwicklung wird ebenfalls in einem Fein- oder Feinstkornentwickler vorgenommen. Ein Beispiel für das Ergebnis zeigt Bild 12.6.

Die Bilder 12.7. und 12.8. auf Seite 70

Bild 12.5. Abschwächung durch Umentwicklung bei Orwo PF2, gebleicht in B-3, wiederentwickelt in einem Feinkornentwickler

Bild 12.6. Abschwächung durch Umentwicklung bei Orwo NP 15, gebleicht in Orwo-color C 55, wiederentwickelt in einem Feinkornentwickler



demonstrieren die Wirkung an einem praktischen Beispiel.

Warum man dieses Bad überhaupt verwenden kann, ergibt sich aus dessen Zusammensetzung. Es enthält nämlich Kaliumhexacyanoferrat(III) und Kaliumbromid, wodurch das Bildsilber in Silberbromid verwandelt wird. Ferner ist zur Ansäuerung des Bades darin noch Kaliumdihydrogenphosphat enthalten.

Statt in Silberbromid kann man das Bildsilber auch in Silberchlorid verwandeln:

Bleichbad Orwo 710

Kupfer(II)-sulfat	100 g
Natriumchlorid	100 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	25 ml
Wasser bis auf	1 l

Das Bleichbad ist sehr ergiebig und sehr lange haltbar.

Für die Wiederentwicklung kann zwar eine ganze Reihe von Fein- und Feinstkornentwicklern verwendet werden, doch dürfte das in der Originalvorschrift angegebene Rezept wohl meistens das günstigste sein:

Entwickler zu Orwo 710

p-Phenylendiamindihydrochlorid	3 g
Natriumsulfit	20 g
Wasser bis auf	1 l

Beim Wiederentwickeln muß man achten, daß keine zu große Deckung erzielt wird. Das entstehende bräunliche Bildsilber hat nämlich eine sehr gute Deckkraft. Bei zu langem Entwickeln wird der Kontrast erhöht. Zur Wiederentwicklung wird vielfach auch der Orwo-Universalentwickler R 09 bevorzugt, wenn es darum geht, recht zarte Negative entstehen zu lassen. Als Bleichbad hat sich hierfür die Vorschrift Du Pont 2-R bewährt.

Bleichbad Du Pont 2-R

Kaliumhexacyanoferrat(III)	13,7 g	5,5 g
Kaliumbromid	27,5 g	11 g
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,907	1,3 ml	
Ammoniak-Lösung D ₂₀ 0,958		1 ml
Wasser bis auf	1 l	0,4 l

Zur superproportionalen Abschwächung kann auch stark mit Wasser verdünnte Natriumhypochlorit-Lösung – im Handel und in der Technik meistens als Javell'sche Lauge bezeichnet – benutzt werden:

Abschwächer A-2

Wasser	975 ml
Orwo A 901	2 g
Natriumhypochlorit-Lösung	25 ml

Dieser Abschwächer ist fast vergessen und doch für viele Zwecke recht brauchbar. Er arbeitet langsam und ist besonders für Positive auf weißem Papier geeignet. Bei Chamoispapieren ist er nicht anwendbar, da auch der Ton des Papiers gebleicht wird.

Es empfiehlt sich, das Bild ständig mit einem kleinen Wattebausch oder einem weichen Pinsel von Silberschlamm zu befreien. Nach dem Abschwächen wird gewässert, wobei Reste von Silberschlamm ebenfalls zu entfernen sind. Anschließend wird fixiert und dann wieder wie üblich gewässert.

Die Lösung eignet sich auch für die chemische Retusche, wobei der Anteil der Natriumhypochlorit-Lösung nach obigem Rezept auf 50 ml erhöht werden kann.

Da dieser Abschwächer nicht nur Silber, sondern auch Silberverbindungen löst, kann er auch für getonte Bilder genutzt werden, sofern es sich um eine Schwefeltonung handelt.

Man kann sich bei der Arbeit ruhig Zeit lassen, da auch die verdünnten Lösungen sehr lange haltbar sind.

Größer als 5% darf der Anteil an Javell'scher Lauge nicht genommen werden, da sonst auch die Gelatine zerstört wird. (In der Verdünnung 1+1 mit Wasser wird Javell'sche Lauge ja auch benutzt, um von Fotoplatten die Schicht zu entfernen.)

Eine sehr starke Kontrastminderung – ohne daß Schattendetails verlorengehen – wird durch die im Abschnitt 14.3. beschriebene Eisenblautonung erreicht. Sie wird bei extrem harten Negativen benutzt, die sonst nicht vergrößerungsfähig sind.

Wenn auch nicht ohne Bedenken, soll hier noch auf Abschwächer mit Ammoniumperoxodisulfat eingegangen werden. Sie werden kurz und falsch auch als „Persulfat-Abschwächer“ bezeichnet. Für den Amateur kommen diese Abschwächer ohnehin nicht

Bild 12.11. Gradationskurven bei superproportionaler Abschwächung:

1) Orwo PF 2, entwickelt in einem Repro-Entwickler

2) nach 1 min Behandlungszeit in Du Pont 3-R

Bild 12.12. Superproportionale Abschwächung:

1) Orwo NP 15, entwickelt in einem Feinkornentwickler

2) nach 1 min Behandlungszeit in Du Pont 3-R

in Frage, da er kaum die Möglichkeit hat, die Grundsubstanz zu beschaffen.

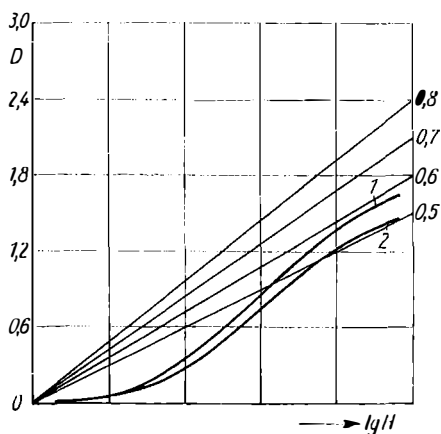
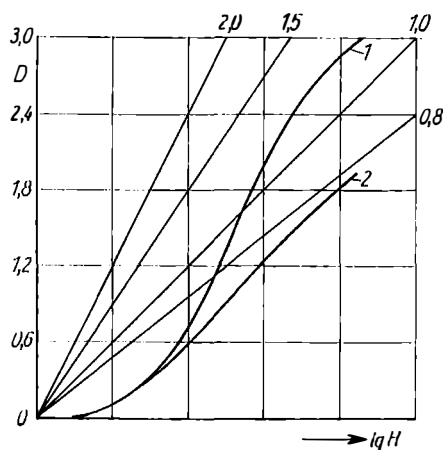
In der Literatur wird angegeben, daß Abschwächer mit Ammoniumperoxodisulfat unzuverlässig arbeiten und die Wirkung manchmal ohne ersichtlichen Grund ganz ausbleibt. Das stimmt jedoch nur zum Teil. Ein völliges Ausbleiben der Wirkung konnte von mir sogar bei nicht mehr frischem Ammoniumperoxodisulfat (bis zu vier Jahre alt) nicht festgestellt werden. Allerdings tritt die Wirkung bei einigen Rezepten manchmal erst nach sehr langer Zeit ein. Es ist möglich, daß die Angaben einiger Untersucher über das völlige Ausbleiben der Wirkung des Abschwächers darauf zurückzuführen sind, daß sie diese Zeit (manchmal eine Stunde und länger) nicht abgewartet haben. Nur bei Negativen, die in Entwicklern vom Typ Rodinal (= Orwo R 09) entwickelt wurden, bleibt die Wirkung stets völlig aus.

Eines der ältesten Rezepte, das noch heute gelegentlich in der Literatur zu finden ist, wurde von Stenger und Heller angegeben.

Abschwächer nach Stenger und Heller

Ammoniumperoxodisulfat	20 g
Natriumchlorid	0,2 g
Wasser bis auf	1 l

Wird dieses Rezept – wie von den Autoren angegeben – mit Leitungswasser angesetzt, so arbeitet dieser Abschwächer tatsächlich „launenhaft“. Das heißt, daß er manchmal sofort, ein andermal aber erst nach einiger



Zeit wirkt. Die Gründe hierfür sind in der örtlich und zeitlich unterschiedlichen Beschaffenheit des Leitungswassers zu suchen. Die Ergebnisse eingehender wissenschaftlicher Untersuchungen dazu hat Lüppeg-Cramer schon vor mehr als fünfzig Jahren veröffentlicht.

Größere Zuverlässigkeit wird erreicht, wenn das Rezept mit destilliertem Wasser angesetzt wird.

Wohl am zuverlässigsten ist aber das Rezept von Du Pont, das ohne weiteres auch mit Leitungswasser funktioniert.

Du Pont 3-R

Ammoniumperoxodisulfat	60 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	3 ml
Wasser bis auf	1 l

Die Behandlungszeit dauert je nach dem gewünschten Grad der Abschwächung und der Dichte des Negativs etwa 1 bis 4 min. Der Abschwächer ist rund vier Monate haltbar, sofern das Ammoniumperoxodisulfat frisch war.

Die Wirkung dieses Abschwächers wird durch die Bilder 12.9. und 12.10. auf Seite 71 veranschaulicht. Man erkennt deutlich, daß die Wirkung bei hohen Bildschwärzungen, wenn also viel Silber vorhanden ist, besonders stark ist. Bei mittleren Schwärzungen ist sie erheblich schwächer und nimmt schließlich bei geringen Schwärzungen immer mehr ab, bis sie ganz aufhört (vgl. Bild 12.11. und 12.12.).

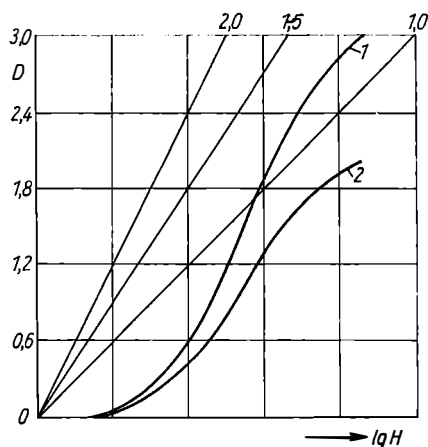
Das Abschwächen sollte unter ständiger Sichtkontrolle vorgenommen werden. Als sehr zweckmäßig hat sich erwiesen, die Negative vor dem Abschwächen zu trocknen. Man vermeidet dadurch ein eventuelles ungleichmäßiges Einsetzen der Abschwächung. Fremdmoleküle in der Schicht, die durch irgendeinen Zufall dorthin gelangt sind, können zu zunächst kreisrunden hellen Stellen um einen schwarzen Kern führen. Bei deren Auftreten muß die Abschwächung sofort abgebrochen werden. Sie breiten sich sonst im weiteren Verlauf unregelmäßig aus und verderben das Negativ völlig.

Beim Wässern nach dem Abschwächen kann noch eine geringfügige Nachwirkung eintreten. Deshalb ist es zweckmäßig, für etwa eine Minute ein Fixierbad mit Natriumthiosulfat einzufügen, durch das das Ammoniumperoxodisulfat schnell und sicher zerstört wird.

Selbst wenn das Negativ einmal aus Unachtsamkeit vollständig ausgebleicht wurde, ist noch nicht alles verloren. Man kann nämlich – was wenig bekannt sein dürfte – das Negativ in jedem Stadium der Abschwächung in einem M-H-Entwickler zurückentwickeln.

Fast die gleiche Wirkung wie mit den Ammoniumperoxodisulfat-Abschwächern läßt sich auch mit einem Abschwächer erreichen, der zuerst von Fr. Bürkli (1927) angegeben wurde und hier mit der heute gebräuchlichen Rezeptformel zitiert wird.

Zum Gebrauch werden 10 ml der Lösung A



zunächst mit Wasser auf etwa 500 ml aufgefüllt, dann 5 ml der Lösung B hinzugegeben und schließlich mit Wasser auf 1 l aufgefüllt.

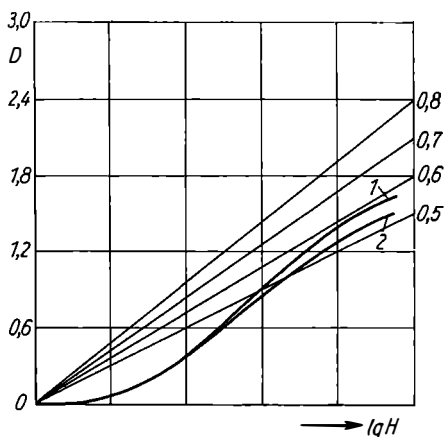
Abschwächer nach Bürkli

Lösung A:	
Wasser (ca. 50°C)	100 ml
Kaliumpermanganat	4 g
Lösung B:	
Wasser	100 ml
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	2 ml

Lösung A ist nach vollständigem Auflösen des Kaliumpermanganats zu filtrieren. Die Gebrauchslösung ist tief violett und färbt die Gelatine des Negativs zunächst stark an. Dadurch ist der Verlauf der Abschwächung etwas schwer zu verfolgen. Wer noch wenig Übung mit diesem Abschwächer hat, nehme daher zunächst jeweils nur die halbe Menge von A und B für die Gebrauchslösung. Die Abschwächung dauert dann etwas länger, ist aber besser zu verfolgen.

Nach dem Abschwächen wird zunächst mit Wasser abgespült und dann das Negativ in frischem saurem Fixierbad entfärbt. Zur Entfärbung kann man aber auch eine verdünnte Natriumhydrogensulfid-Lösung bzw. verdünnten Orwo-Unterbrecher A 202 nehmen. Man braucht eine solche Lösung ja ohnehin zur Reinigung der Schalen und Gefäße.

Die Wirkung des Abschwächers nach Bürkli zeigen die Bilder 12.13. bis 12.15. Man kann



auch im Orwo R 09 entwickelte Negative darin abschwächen, obwohl das in der Praxis kaum einmal notwendig sein wird. Gelegentlich werden auch heute noch Abschwächer mit Chinon anstelle von Ammoniumperoxodisulfat empfohlen, und zwar die Rezepte von Lumière und Seyewitz (1910) und Agfa 702.

Abschwächer nach Lumière und Seyewitz

Wasser, dest.	1 l
Chinon	5 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	20 ml

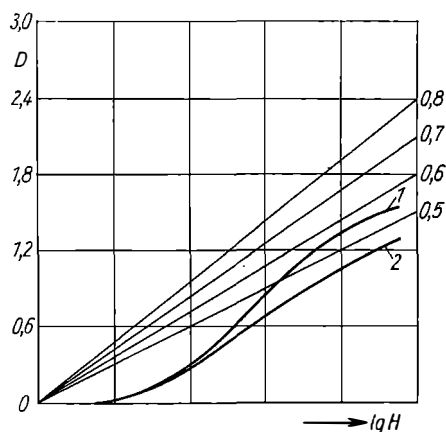
Die Behandlungsdauer beträgt 4...5 min. Das Abschwächen wird in einer Natriumdisulfid-Lösung (20%) unterbrochen. Vor und nach dem Abschwächen ist gut zu wässern.

Agfa 702

Wasser, dest.	100 ml
Chinon	1 g
Schwefelsäure D ₂₀ 1,84	3 ml

Die Behandlungsvorschrift ist die gleiche wie beim Abschwächer nach Lumière und Seyewitz. Diese Abschwächer sind allerdings sehr teuer. Mit Leitungswasser dürfen sie übrigens nicht angesetzt werden, da sich sonst der Charakter der Abschwächung erheblich ändern kann. Bei chlorhaltigem Wasser beispielsweise ist die Wirkung der des Farmerschen Abschwächers ähnlich.

Auch bei richtigem Ansatz ist die Wirkung



der Chinon-Abschwächer aber keineswegs die gleiche wie bei denen mit Ammoniumperoxodisulfat. Hohe Schwärzungen im Negativ werden zwar auch stark vermindert. Bei den Schatten tritt jedoch zunächst sogar eine Verstärkung ein. Erst bei längerer Einwirkungszeit werden auch sie angegriffen.

12.6. Holokopie und deren Varianten

Negative können auch bei normaler Entwicklung einen so hohen Kontrast aufweisen, daß sie mit den üblichen Mitteln nicht mehr vergrößerungsfähig sind. Dennoch braucht – so paradox es zu sein scheint – kein technischer Fehler vorzuliegen. Sie können sogar absichtlich so hergestellt worden sein, um einen möglichst hohen Informationsgehalt des Bildes zu erreichen.

Um nun eine Vergrößerung von solchen Negativen machen zu können, wendet man das Verfahren der Holokopie an, bei dem das gebleichte Negativ zum Vergrößern benutzt wird. Das Verfahren ist mit der superproportionalen Abschwächung sehr eng verwandt.

Zum Bleichen kann man das konfektionierte Bleichbad Orwocolor C 55 verwenden, wie im Abschnitt 12.5. beschrieben. Für den Selbstansatz haben sich besonders die Bleichbäder B-1 (wobei die Ammoniaklösung auch weggelassen werden kann) und B-2, Orwo 710 und das Bleichbad nach Lloyd bewährt (s. Abschn. 10.3.).

Bild 12.13. Superproportionale Abschwächung:

- 1) Orwo PF 2, entwickelt in einem Repro-Entwickler
- 2) nach 4 min Behandlungszeit im Abschwächer nach Bürkli

Bild 12.14. Superproportionale Abschwächung:

- 1) Orwo NP 15, entwickelt im Orwo A 49
- 2) nach 3 min Behandlungszeit im Abschwächer nach Bürkli

Bild 12.15. Superproportionale Abschwächung:

- 1) Orwo NP 15, entwickelt im Orwo R 09 (1 + 40)
- 2) nach 2 min Behandlungszeit im Abschwächer nach Bürkli

Bei dem Bleichbad nach Lloyd und dem nach Rezept B-4 wird das Bildsilber in graues Silberhexacyanoferrat(II) umgewandelt. Die Kontrastminderung ist dabei etwas geringer, was manchmal vorteilhaft ist.

Bleichbad B-4

Orwo A 901	1 g
Kaliumhexacyanoferrat(III)	25 g
Natriumtetraborat	15 g
Wasser bis auf	1 l

Nach dem Bleichen besteht nun noch die Möglichkeit einer Tonung, wodurch das Negativ einmal haltbarer wird, zum anderen aber noch eine weitere Kontrastminderung erfolgt. Zur Tonung dienen schwache Lösungen von Metallchloriden. Im allgemeinen wird man Kupfer(II)-chlorid in 5%iger Lösung verwenden.

Die Tonung dauert 5 bis 6 min, wobei das Bild rotbraun wird. Das Tonbad ist monatelang haltbar.

Die gebleichten und auch die getonten Bilder können in einem Entwickler rückentwickelt werden. Nach dem Entwickeln wird in einem neutralen oder sauren Fixierbad kurz geklärt.

Eine weitere Variante, die ebenfalls in der Wirkung dem superproportionalen Abschwächer entspricht, besteht in der Kupfer-tonung durch Anwendung eines Kupferverstärkers. Daß ein Verstärker als Abschwächer benutzt werden kann, erscheint zwar paradox, aber darüber braucht man sich

nicht zu ereifern. Die Kupferverstärker kann man ja auch als Kupfertoner bezeichnen. Wird ein Negativ nun im – eventuell mit Wasser im Verhältnis 1+1 bis 1+2 verdünnten – Kupferverstärker richtig durchgetönt, dann wird es auf „Bromsilberpapier“-Vergrößerungen mit einer wesentlich weicheren Gradation erscheinen als ohne Tonung. Eine ausgesprochen starke Kontrastminderung erhält man mit dem Kupferverstärker Orwo A 605, wenn man der Lösung etwas Ammoniaklösung zugibt. Das Negativ nimmt beim Tönen einen hellen violetten Farbton an. Es gibt allerdings auch Kupferverstärker (z. B. Rezept V-4), die eine Gradationssteigerung bewirken. Man muß sich daher durch einen Vorversuch von der Wirkung überzeugen, bevor man ein neues Rezept ausprobiert.

12.7. Chromogene Entwicklung

In der Aufnahme-Praxis gibt es manchmal Motive mit sehr hohem Objektkontrast. Man weiß dann schon von vornherein, daß bei normaler Entwicklung Negative entstehen werden, die ohne eine weitere Bearbeitung nicht vergrößerungsfähig sind. In solchen Fällen können sehr gute Erfolge durch eine chromogene Entwicklung erzielt werden. Die Aufnahmen müssen dann zu blauen Bildern entwickelt werden.

Man benötigt dafür die Bäder der Orwo-color-Negativentwicklung, die konfektioniert im Handel sind, und zwar den Orwo-Farbentwickler C 15, das Orwo-color-Bleichbad C 55 und das Orwo-color-Fixierbad C 71. Da SW-Filme ja keine Farbkuppler enthalten, müssen diese dem Entwicklerbad zugesetzt werden. Als Farbkuppler für blaue Bilder dient α -Naphthol. Die Orwo-color-Bäder werden der Vorschrift des Herstellers entsprechend angesetzt. Die Farbkuppler-Lösung wird nach folgendem Rezept hergestellt.

Farbkuppler-Lösung für blaue Bilder

Methanol	200 ml
α -Naphthol	1,5 g

Zum Gebrauch werden 10 ml Farbkuppler-Lösung auf je 100 ml Orwo-color-Farbentwickler C 15 zugegeben.

Für die Entwicklung des Orwo NP 15 gilt folgende Bearbeitungsvorschrift:

1. Farbentwickeln	6 min	bei 24 °C
2. Wässern	10 min	bei 20 °C
3. Bleichen	4 min	bei 24 °C
4. Wässern	3 min	bei 20 °C
5. Fixieren	4 min	bei 24 °C
6. Wässern	10 min	bei 20 °C

Die Vorgänge 1 bis 3 müssen im Dunkeln oder bei indirekter Beleuchtung durch das Orwo-Filter Nr. 170 erfolgen.

Als untere und obere Grenze für die Badtemperatur beim Farbentwickeln gelten 23,5 °C und 24,5 °C. Beim Bleichen und Fixieren soll die Badtemperatur nicht geringer als 23 °C und nicht höher als 24,5 °C sein. Die für das Wässern angegebene Temperatur sollte möglichst nicht unterschritten werden. Andernfalls sind die Wässerungszeiten zu verlängern.

Es entstehen Negative in leuchtend blauer Farbe, die nach dem Trocknen sofort verwendbar sind.

Liegt bereits ein Negativ mit zu hohem Kontrast vor, das aus irgendwelchen Gründen keiner weiteren Bearbeitung unterzogen werden darf oder soll, dann kann man es auf Orwo PF 2 kopieren und eine Umkehrentwicklung mit chromogener Zweitentwicklung vornehmen. Dafür wurde folgende Technologie erarbeitet:

1. Erstentwicklung in Ferrania R 32	4 min
2. Wässern	2 min
3. Bleichen in Ferrania V 31	3 min
4. Wässern	1 min
5. Klären in Ferrania V 32	3 min
6. Wässern	1 min
7. Zweitbelichtung	
8. Farbentwicklung in Orwo-color C 15 mit Farbkuppler-Lösung α -Naphthol	6 min
9. Wässern	15 min
10. Bleichen in Orwo-color C 55	4 min
11. Wässern	4 min
12. Fixieren in Orwo-color C 71	5 min
13. Wässern	10 min

Alle Bäder sollen eine Temperatur von 20 °C haben. Kann diese Temperatur beim Wässern nicht eingehalten werden, so sind die Wässerungszeiten zu verlängern. Es entsteht ein blaues Duplikat-Negativ, das sich gut vergrößern läßt.

13. Verstärken des Silberbildes

13.1. Methoden der Verstärkung

Grundsätzlich gilt: Es kann nur verstärkt werden, was vorhanden ist. Es muß also zumindest eine sichtbare Spur von Bildsilber vorhanden sein, um eine der möglichen Methoden der Verstärkung mit Erfolg anwenden zu können.

Die physikalischen Methoden der Verstärkung und auch einige chemische kommen für das Amateur- und Kleinlabor nicht in Frage, weil dabei Gifte der Abteilung 1 (z. B. Kaliumcyanid und Quecksilberchlorid) verwendet werden oder die benötigten Substanzen aus anderen Gründen nicht beschaffbar sind. Teilweise ist auch der labor-technische Aufwand unverhältnismäßig hoch im Vergleich zum erzielbaren Ergebnis.

Praktikabel ist dagegen die Methode der Verstärkung durch Umentwicklung. Sie ist besonders für kontrastarme Negative geeignet. Das Bildsilber wird zunächst in einem geeigneten Bleichbad in Silberchlorid oder Silberbromid übergeführt. Das sollte bei hellrotem Dunkelkammerlicht geschehen. Das gebildete Silberchlorid bzw. -bromid wird dann in einem Entwickler wieder zu Silber reduziert.

Von der Zusammensetzung des Entwicklers hängt die Farbe des Silberbildes ab. Ein bräunliches Silberbild ergeben Entwickler mit einem hohen Gehalt an Natriumsulfit und niedrigem pH-Wert. Enthält der Entwickler dagegen wenig Natriumsulfit, so wird ein schwarzes Silberbild erzielt.

Es muß stets völlig durchentwickelt werden. Nach dem Entwickeln wird gründlich gewässert, aber nicht fixiert.

Werden Bleichbäder verwendet, die Kaliumdichromat und Salzsäure enthalten, spricht man vielfach von einer „Chromverstärkung“, obwohl noch umstritten ist, ob die Verstärkung durch das Chrom herbeigeführt wird oder durch die möglich gewordene zweite Entwicklung.

Von dem benutzten Entwickler für die zweite Entwicklung hängt einmal die erreichbare Schwärzung, zum anderen aber auch die Korngröße des Negativs ab. Eine Kornvergrößerung ist leider unvermeidbar. Bei der Methode der optischen Verstärkung wird meistens so verfahren, daß das Bildsilber in eine anders gefärbte Verbindung übergeführt wird, die beim Belichten im Kopier- oder Vergrößerungsprozeß diejenigen spektralen Lichtanteile zurückhalten soll, für die das Positivpapier empfindlich ist. Das ist durch Verbindungen mit roter bis rotbrauner Eigenfarbe möglich, wie sie durch Kupfer- und Nickeltonungen erzielt werden.

Ein anderes Verfahren besteht darin, daß mit Hilfe von Beizen rote Farbstoffe auf das Bildsilber aufgezogen werden. Dabei muß gleichzeitig verhindert werden, daß auch die Gelatine gefärbt wird.

Auch bei der optischen Verstärkung ist eine Kornvergrößerung nicht zu vermeiden.

Indirekt kann eine Verstärkung auf dem Wege der Herstellung eines Duplikatnegativs durchgeführt werden. Dadurch bleibt

Tabelle 13.1.: Bleichbad-Ansätze für Kleinbilddosen

Rezept	Verstärkungsgrad		
	schwach	normal	kräftig
Wasser	350 ml	375 ml	380 ml
Koliumdichromat-Lösung 10%	25 ml	30 ml	33 ml
Salzsäure D ₂₀ 1,184	27 ml	16 ml	6 ml

Tabelle 13.2.: Bleichbad-Ansätze für Rollfilmdosen

Rezept	Verstärkungsgrad		
	schwach	normal	kräftig
Wasser	525 ml	535 ml	545 ml
Kaliumdichromat-Lösung 10%	37 ml	43 ml	47 ml
Salzsäure D ₂₀ 1,184	40 ml	23 ml	9 ml

das Originalnegativ vor der Gefahr verschont, durch einen neuen Naßprozeß verletzt oder gar unbrauchbar zu werden. Das Duplikatnegativ wird am besten auf dem Wege der Umkehrentwicklung gewonnen. Bei der Reproduktion wird mit möglichst schwachen Lichtquellen gearbeitet, um eine Überstrahlung der zarten Bildstellen zu vermeiden.

13.2. Verstärkung durch Umentwicklung

Wie im Abschnitt 13.1. beschrieben, werden die Negative zunächst gebleicht. Bei den Bleichbädern mit Kaliumdichromat und Salzsäure wird die erzielbare Verstärkung sehr durch den Gehalt an Salzsäure beeinflusst. Praktische Ansätze für Kleinbild- und Rollfilmdosen, die auf der Grundlage von Rezepten von Eder u. a. berechnet und nach eigenen Erfahrungen für die heute gebräuchlichen Materialien modifiziert wurden, findet man in den Tabellen 13.1. und 13.2.

Gut geeignet ist auch das Bleichbad nach dem Rezept Ilford In-3 (s. Abschn. 10.3.).

Nach dem Bleichen muß gut gewässert werden, um die Gelbfärbung der Schicht zu beseitigen. Man kann die Wässerungszeit durch eine Zwischenbehandlung in einem 2%igen Sodabad (Natriumkarbonat) verkürzen.

Die Wiederentwicklung, bei der auf völlige

Durchentwicklung zu achten ist, wird mit einem gut deckenden Metal-Hydrochinon- oder Phenidon-Hydrochinon-Entwickler vorgenommen.

Nach der Entwicklung wird 10 min lang in fließendem Wasser gewässert und dann getrocknet.

Das Ergebnis einer solchen Umentwicklung kann an den Bildern 13.1. und 13.2. auf Seite 71 ersehen werden.

Die in den Rezepten angegebene Kaliumdichromatlösung wird durch Auflösen von 11 g Kaliumdichromat in 100 ml Wasser bereitet.

13.3. Optische Verstärkung

Die optische Verstärkung ist bei Negativen mit zu geringer Deckung anzuwenden, die durch Unterentwicklung, leichte Unterbelichtung, falsch gewähltes Material oder zu weich arbeitenden Entwickler eine zu flache Gradation aufweisen. Bei Strichreproduktionen kann man diese Methode anwenden, wenn bei der Rückvergrößerung das Dokumentenpapier auch bei der Verwendung eines sehr hart arbeitenden Entwicklers an den bildfreien Stellen grau wird.

Am häufigsten wird zur chemischen Umwandlung des Silberbildes der „Kupferverstärker“ verwendet, durch den ein rotbraunes Negativbild erzielt wird.

Leider ist der Kupferverstärker nicht ganz so problemlos, wie es in der Literatur meistens dargestellt wird. Mit der Dauer der Behandlung im Kupferverstärker nimmt die Verstärkung zunächst allmählich zu, dann aber wieder ab, wobei je nach Art der Zusammensetzung des Verstärkers entweder eine Gradationsverflachung oder zunächst eine härtere und danach eine weichere Gradation des Negativs zu beobachten ist. Im allgemeinen hat das Bild bei der Phase der kräftigsten Verstärkung einen dunklen rötlichbraunen Farbton.

Konfektioniert ist der Orwo-Kupferverstärker A 605 erhältlich. Vom Hersteller wird er für schwach unterbelichtete Negative empfohlen. Er ist etwa 30 min haltbar.

Letztlich basieren alle Rezepte für Kupferverstärker auf dem von Eder angegebenen. Die Rezepte V-2, V-3 und V-4 sind nur Beispiele für die möglichen Modifikationen. Ob

man ein Rezept mit Kaliumzitrat, Kaliumtartrat (Weinsäure), Kaliumhydrogentartrat (Weinstein) oder Kaliumnatriumtartrat (Seignettesalz) nimmt, ist im Prinzip gleich. Bei den Rezepten V-2 und V-3 wird Ammoniaklösung (gleich welcher Konzentration) so viel zugegeben, daß die Lösung klar und tief grün erscheint.

Der Verstärker nach Rezept V-4 ist mehrere Stunden haltbar.

Ein offenbar noch weitgehend unbekanntes Verfahren der Verstärkung basiert auf der Selentonung nach Milbauer.

Selenverstärker V-5

Stammlösung:	
Selenige Säure	1 g
Natriumsulfit, krist.	8 g
Dest. Wasser	50 ml

Kupferverstärker, Ansätze für Kleinbilddosen

	nach Eder	V-2	V-3	V-4
Natriumkarbonat				14 g
Kaliumzitrat	33 g			
Kaliumtartrat		36 g		
Kaliumnatriumtartrat			36 g	
Kaliumhydrogentartrat				20 g
Kupfer(II)-sulfat krist.	4 g	4 g	4 g	2,6 g
Kaliumhexacyanoferrat(III)	3,4 g	3,4 g	3,4 g	2 g
Wasser bis auf	0,4 l	0,4 l	0,4 l	0,4 l
Ammoniak-Lösung		einige ml	einige ml	

Kupferverstärker, Ansätze für Rollfilmdosen

	nach Eder	V-2	V-3	V-4
Natriumkarbonat				21 g
Kaliumzitrat	50 g			
Kaliumtartrat		54 g		
Kaliumnatriumtartrat			54 g	
Kaliumhydrogentartrat				30 g
Kupfer(II)-sulfat krist.	6 g	6 g	6 g	4 g
Kaliumhexacyanoferrat(III)	5 g	5 g	5 g	3 g
Wasser bis auf	0,6 l	0,6 l	0,6 l	0,6 l
Ammoniak-Lösung		einige ml	einige ml	

Zum Gebrauch werden zu je 100 ml mit Orwo-Kalkschutz A 901 aufbereitetem Wasser 5 ml der Stammlösung gegeben.

Das gut gewässerte Negativ wird in der Gebrauchslösung je nach der gewünschten Verstärkung 10 bis 20 min getont. Dabei wird es dichter und in der Gradation steiler. Es darf weder vor noch nach dem Tönen gebleicht werden! Nach dem Tönen ist gut zu wässern.

Die Gebrauchslösung ist nur einmal verwendbar. Die Stammlösung hält sich in gut verschlossener brauner Flasche einige Wochen.

Statt der Selenigen Säure (als Reagenz auf

Wismut und Titan nach Berg bekannt) dürfte auch Natriumselenit für viele Materialien geeignet sein.

Das Silberbild von im Orwo A 49 entwickelten Orwo-Negativfilmen nimmt einen violett-schwarzen Ton an.

Die Tonung kann bei hellem Glühlampenlicht und auch bei gedämpftem Tageslicht vorgenommen werden. Wegen des in geringen Mengen entweichenden Schwefelwasserstoffs ist in einem Raum mit guter Lüftung zu arbeiten.

Der Selenverstärker ist dem Kupferverstärker oft überlegen.

14. Tönen des Silberbildes

14.1. Allgemeine Hinweise

Das Tönen des Silberbildes kann aus verschiedenem Anlaß vorgenommen werden: zur Verstärkung oder Kontrastminderung bei Filmen und Platten, zur Haltbarmachung von Film- oder Papierbildern und zur Bildgestaltung bei Dias und bei Papierbildern. In diesem Kapitel wird das Tönen unter den Aspekten der Haltbarmachung und der Bildgestaltung behandelt. In der Praxis kommt es häufig vor, daß beide Aspekte gleichzeitig von Bedeutung sind.

Eine normale Vergrößerung, die in einem Schaukasten ständig ungünstigen atmosphärischen Einflüssen und der Sonne ausgesetzt ist, wird sehr bald unansehnlich werden. Durch Tönen kann das Bild jedoch so haltbar gemacht werden, daß es diesen Einflüssen um ein Vielfaches länger standhält.

Das Foto dient auch häufig als Wand schmuck. Durch geschicktes Tönen kann es ästhetisch durchaus gewinnen.

Reproduktionen von Kupferstichen werden ohne ein entsprechendes Tönen stets „nachgemacht“ aussehen. Das gilt auch für Repros von alten Fotografien.

Beim Tönen wirken sehr viele Faktoren: die Zusammensetzung der unentwickelten Schicht („Chlorsilber“, „Chlorbromsilber“, „Bromsilber“), die Zusammensetzung des Entwicklers, die Zusammensetzung der Bleichbäder und der Tonbäder sowie Art und Zusammensetzung etwa notwendiger weiterer Be-

handlungsbäder. Auch der Schichtträger spielt natürlich eine Rolle.

Es gibt so viele mögliche Varianten, daß es unmöglich ist, sie alle zu beschreiben. Hier können nur einige Standardrezepte geboten werden, an denen man sich bei eigenen Versuchen orientieren kann.

Versuche müssen stets zunächst mit Graukeilkopien (keine Stufenkeile!) durchgeführt werden, wenn es um das Tönen von Halbtönenbildern geht. Es kommt nämlich leider vor, daß bei Varianten von Tonungsverfahren zwischen ansprechenden auch mißfarbene Tonwerte auftreten, die sonst nicht rechtzeitig erkannt werden.

Über alle Versuche sollte eingehend Buch geführt werden. Von jedem brauchbaren Endergebnis ist eine Probe aufzubewahren, da in Worten keine ausreichend genaue Beschreibung möglich ist.

14.2. Indirekte Schwefeltonung

Die indirekte Schwefeltonung erfolgt bekanntlich über zwei Teilprozesse, das Bleichen und das eigentliche Tönen. Beide sind für das Endergebnis gleichermaßen von Bedeutung. Es können Farbtöne zwischen Sepia und Dunkelbraun erzielt werden.

Das zu tonende Bild soll in einem M-H-Entwickler hervorgerufen worden sein, da sonst leicht häßliche Farbtöne entstehen. Es muß außerdem wesentlich stärker als ein normales Bild gedeckt sein.

	T-1	Orwo 520	Orwo 525
Orwo A 901	2 g	2 g	2 g
Thioharnstoff	2 g	5 g	5 g
Kaliumbromid		40 g	40 g
Natriumhydroxid-Lösung 10%		30 ml	
Natriumhydroxid	2 g		15 g
Wasser, abgekocht	1 l	1 l	1 l

Zum Bleichen werden hauptsächlich Bäder mit Kaliumhexacyanoferrat(III) benutzt. Zu empfehlen sind besonders die im Abschnitt 10.3. aufgeführten Rezepte Eder 2, Du Pont 4a-T, Ilford IT-1, Ansco 221, B-1, Orwo 501 und Orwo 503. Aber auch das konfektionierte Orwocolor-Bleichbad C 55 läßt sich verwenden. Man kann es sogar noch etwas mit Wasser verdünnen.

Zum Tönen dienen wäßrige Lösungen von 5 bis 10 g/l Natriumsulfid krist., das chemisch rein sein muß, wenn das Ergebnis des Töns reproduzierbar sein soll.

Das Tonbad ist unter dem Abzug oder zumindest in einem stark durchlüfteten Raum anzusetzen und zu verwenden, da etwas Schwefelwasserstoff frei wird. Nach dem Tönen ist reichlich zu wässern. Auch die Zwischenwässerung zwischen dem Bleichen und dem Tönen muß reichlich erfolgen. Jede Spur des Bleichbades muß aus dem Bild entfernt werden.

Umweltfreundlicher sind die Tonbäder nach den Rezepten T-1, Orwo 520 und Orwo 525. Wenn für das Bleichbad das Rezept Orwo 503 und für das Tonbad die Rezepte Orwo 520 oder Orwo 525 benutzt werden, sind die Bilder vor dem Bleichen 2 min lang in 2%iger Essigsäure zu behandeln.

Bei Papierbildern wird man im allgemeinen den Papierton chamois für die Vergrößerungen bevorzugen, wenn braun getönt werden soll. Weiße Papiere kann man übrigens noch nachträglich chamois färben, wenn man sie in einem Aufguß aus schwarzem Tee badet.

Für Vergrößerungen auf „Bromsilberpapier“, die zum Zwecke der Haltbarmachung oder der Bildgestaltung braun getönt werden sollen, hat sich besonders folgende Technologie bewährt:

1. Entwickler nach Rezept Orwo 130,
2. Bleichbad nach Rezept Eder 2,
3. Tonbad nach Rezept T-1.

14.3. Metallsalztönung

Obwohl heute mit den Materialien der Farb- fotografie monochrome Bilder in allen Farben hergestellt werden können, wird immer wieder versucht, mit dem wesentlich billigeren SW-Material zum Ziel zu kommen. Aus Platzgründen ist es hier jedoch nicht möglich, die vielen Verfahren der Metallsalztönung und die Färbeverfahren zu behandeln. Hier sollen nur einige Rezepte angegeben werden, die für die Herstellung audiovisueller Lehrmittel, und zwar für Dias benutzt werden können, um den Einsatz von Farbmateriale zu umgehen. In Diagrammen, mathematischen Zeichnungen, Schaubildern usw. werden oft nur eine oder zwei Farben außer Schwarz benutzt. Zeichnet man vor der Aufnahme Teilbilder für die einzelnen Farben, dann kann man die (am besten durch Umkehrentwicklung gewonnenen) Dias getrennt tonen und dann zusammen zwischen Diagläsern montieren. Für Strichzeichnungen ist dabei der nur 0,1 mm starke Orwo FU 5 der geeignetste Film.

Rotbraune Farbtöne erzielt man mit Kupferverstärkern, die mit Wasser im Verhältnis 1+1 bis 1+3 verdünnt werden können. Der Farbton ist einmal von der Behandlungszeit im Tonbad, zum anderen aber auch vom Entwickler abhängig, mit dem das Bild herverufen wurde.

Ein **rötlicher Farbton** entsteht, wenn das Bild mit dem im Abschnitt 13.3. angegebenen

Selenverstärker V-5 behandelt und anschließend in einem Bleichbad mit Kaliumpermanganat das unverändert gebliebene schwarze Silber entfernt wird.

Ein *roter Farbton* wird nach folgendem Verfahren erzielt, das die sehr empfindliche Nachweisreaktion des Dimethylglyoxim auf Nickel ausnutzt. Dazu muß das Bild zunächst in einem Nickelbad behandelt werden, das aus zwei haltbaren Teillösungen besteht.

Nickeltonung rot

Nickelbad

Lösung A:

Kaliumhexacyanoferrat(III)	2,5 g
Wasser	50 ml

Lösung B:

Nickel(II)-nitrat	12,5 g
Kaliumzitrat	38 g
Salpetersäure	einige gtt.
Wasser bis auf	250 ml

Bei der Lösung B ist nur so viel Salpetersäure zuzugeben, daß die Lösung sauer reagiert.

Zum Gebrauch werden gemischt: 1 Teil A + 5 Teile B + 5 Teile Wasser. Die Dias werden darin so lange behandelt, bis das Silberbild grau erscheint. Danach ist gut zu wässern.

Tonbad

Lösung A:

Methanol	25 ml
Dimethylglyoxim	bis zur Sättigung

Lösung B:

Orwo A 901	0,5 g
Natronlauge D ₂₀ 1,15	6 ml
Wasser, abgekocht, bis auf	225 ml

Zum Gebrauch wird A zu B gefügt.

Das im Nickelbad behandelte Dia ist in diesem Tonbad vollständig durchzutönen. Danach muß es in einem sauren Fixierbad fixiert und zum Schluß gewässert werden.

Zur *Blaufärbung* ist das Verfahren der Eisenblautonung nach Eder zu empfehlen. Die Dias werden zunächst in einem Bleich-

bad gebleicht, dann im Tonbad blau getönt und schließlich noch in einem Klärbad geklärt. Dabei findet gleichzeitig noch eine Farbvertiefung statt.

Eisenblautonung

Bleichbad

Orwo A 901	2 g
Kaliumhexacyanoferrat(III)	10 g
Kaliumoxalat	10 g
Wasser bis auf	1 l

Tonbad

Ammonium Eisen(III)-sulfat	17,5 g
Kaliumbromid	9 g
Salzsäure D ₂₀ 1,184	6 ml
Wasser bis auf	1 l

Klärbad

Salzsäure D ₂₀ 1,184	70 ml
Wasser bis auf	1 l

Die zu tonenden Bilder dürfen keinen Grauschleier aufweisen.

Beim Tonbad empfiehlt es sich, die festen Substanzen in je etwa 200 ml Wasser getrennt zu lösen, nachdem das Wasser mit Orwo A 901 aufbereitet worden ist.

Im Tonbad soll zwar durchgetönt, aber nicht zu lange behandelt werden, da sonst allmählich eine Aufhellung des Bildes eintritt. Dieses Verfahren der Blautonung kann auch bei Papierbildern verwendet werden.

Bei Lehrmitteldias, besonders bei mathematischen Zeichnungen, stört meistens die große weiße Fläche beim projizierten Bild. Dem kann man abhelfen, indem man die Gelatine leicht anfärbt. Dazu kann man die billigen Stofffarben verwenden, die in fast jeder Drogerie zu haben sind.

Man verrührt eine kleine Menge Farbstoff in etwa 250 ml Wasser und kocht kurz auf. Der erkalteten Lösung werden noch einige Tropfen Essigsäure zugegeben. Das vorgewässerte Dia wird in einem Zuge in die Farbstofflösung gebracht und darin ständig leicht bewegt. Wenn der gewünschte Farbton erreicht ist, wird in Netzmittellösung kurz abgespült und getrocknet.

15. Messen und Prüfen

15.1. Masse und Volumen

Kleine Substanzmengen zu wägen bereitet einige Schwierigkeiten, wenn man keine Präzisionswaage zur Verfügung hat. Wie man in solchen Fällen am zweckmäßigsten verfährt, sei an einem Beispiel gezeigt.

Für den Ansatz der Gebrauchslösung eines Entwicklers mögen 0,6 g Kaliumbromid benötigt werden. Man bereitet dazu – sofern nicht bereits vorrätig – eine Kaliumbromid-Lösung, die in 100 ml Lösung 10 g Kaliumbromid enthält. 6 ml dieser Lösung enthalten die benötigten 0,6 g Kaliumbromid. Dieses Volumen kann sogar noch in einer Mensur für 25 ml hinreichend genau bestimmt werden.

Substanzen wie Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid verwitern leicht und nehmen auch schon während des Wägens Wasser auf, so daß die in den Rezepten geforderte und meistens sehr geringe Menge kaum eindeutig durch Wägen zu bestimmen ist. Deshalb nimmt man beispielsweise statt Natriumhydroxid besser Natronlauge, wobei hochkonzentrierten Lösungen wegen der längeren Haltbarkeit der Vorzug zu geben ist.

Bei kleinen Volumina konzentrierter Lösungen läßt sich der Meßfehler beim Messen mit den üblichen Messuren verringern, wenn zunächst eine größere Menge durch Verdünnen mit Wasser (bzw. destilliertem Wasser) in eine wesentlich niedriger konzentrierte Lösung verwandelt und dann da-

von eine dem Volumen der hochkonzentrierten Lösung entsprechende Menge entnommen wird.

Beispiel: Gefordert werde in einem Rezept die Zugabe von 1 ml Schwefelsäure $D_{20} 1,84$. Man entnimmt der Vorratsflasche mit einem Stechheber oder einer genügend langen Pipette Schwefelsäure und läßt sie vorsichtig in eine Mensur für 10 ml oder auch für 25 ml laufen, bis sich darin möglichst genau 10 ml Säure befinden. In eine zweite Mensur für 100 ml Endvolumen gibt man zunächst etwa 80 ml möglichst kaltes Wasser und läßt dann aus der kleinen Mensur die Schwefelsäure tropfenweise unter Umrühren mit einem Glasstab zulaufen. Bekanntlich darf wegen der Verspritzungsgefahr niemals Wasser in konzentrierte Schwefelsäure gegeben werden!

Nachdem die Mischung auf 20 °C abgekühlt wurde, wird mit Wasser auf das Endvolumen von 100 ml aufgefüllt. Für den Ansatz des Rezeptes werden nun von der verdünnten Lösung mit der inzwischen gesäuberten kleinen Mensur 10 ml abgemessen und dem übrigen Ansatz nach Rezept zugegeben. In den 10 ml der verdünnten Lösung sind mit ausreichender Genauigkeit 1 ml der konzentrierten Säure enthalten.

15.2. Messen des pH-Wertes

Im Fotolabor werden Bäder verschiedener Wasserstoffionenkonzentration verwendet.

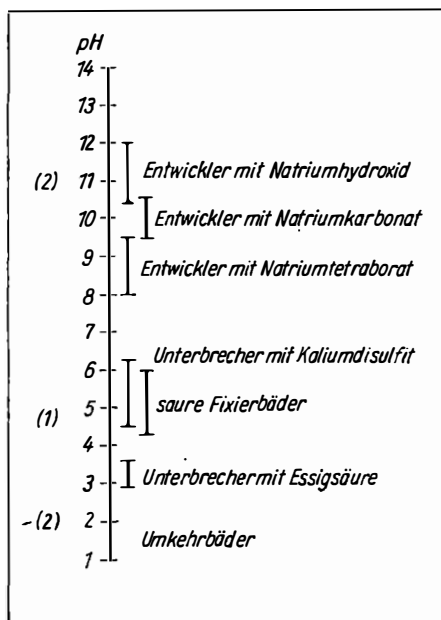


Bild 15.1. pH-Werte fotografischer Bäder. Bei (1) ist die Quellung der Gelatine am geringsten, bei (2) erreicht sie ihr Maximum

Bild 15.2. Umschlagbereiche einiger Indikatoren

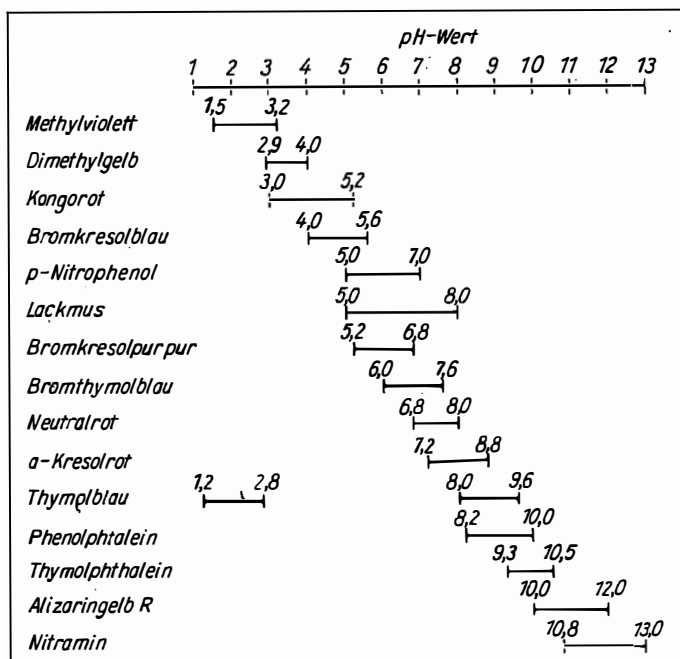


Tabelle 15.1.:

Für das Fotolabor ausreichendes Sortiment an Stuphanpapieren

Nr.	pH-Wert-Stufen							Umschlagfarben
22	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5		rot - grüngelb
23	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5		orange - grün
24	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5		gelb-blau
25	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5		grüngelb - blau
26	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5		schwachviolett - blauviolett
28	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0		blau - gelb

In Zahlen wird die Wasserstoffionenkonzentration durch die von Sørensen und Thiel eingeführte Bezeichnung „Wasserstoffexponent“ ausgedrückt und mit dem Kurzzeichen pH bezeichnet.

Der Wert $\text{pH} = 7,0$ bezeichnet den Neutralpunkt. Lösungen mit einem pH-Wert unter 7,0 reagieren sauer und solche mit einem pH-Wert über 7,0 basisch.

Einen Überblick über die pH-Werte verschiedener Bäder gibt Bild 15.1.

Da die Arbeitsweise bzw. die Gebrauchsfähigkeit der Bäder stark von ihrem pH-Wert abhängt, muß man ihn wenigstens annähernd genau bestimmen können. In der fotografischen Laborpraxis bedient man sich dazu der Indikatoren. Das sind organisch-chemische Farbstoffe, deren stark verdünnte Lösungen (meistens alkoholisch) bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration unterschiedlich gefärbt sind. Ändert sich diese kontinuierlich, so kommt es in einem bestimmten pH-Bereich zu einer für das Auge erkennbaren Überlagerung der beiden Farben zu einer Mischfarbe. Diesen Bereich bezeichnet man als Umschlagbereich. In Bild 15.2. sind die Umschlagbereiche einiger Indikatoren grafisch dargestellt.

Um den Farbumschlag besser sichtbar zu machen, verwendet man häufig Indikatorgemische, bei denen der Umschlagbereich fast zu einem Umschlagpunkt eingeeengt ist. Solche Indikatorgemische enthalten auch die für das Fotolabor zu empfehlenden Indikatorpapiere wie die Stuphan- und die Universal-Indikator-Papiere. Man braucht nur einen Streifen dieser Papiere in die zu untersuchende Lösung zu tauchen. Durch einen Vergleich der im Meßfeld entstehenden Farbe mit den aufgedruckten bzw. beigegebenen Farbskalen kann man sofort den pH-Wert der Lösung mit einer für die

Praxis ausreichenden Genauigkeit feststellen. Mit dem in der Tabelle 15.1. aufgeführten Sortiment an Stuphanpapieren arbeitet man im Fotolabor am wirtschaftlichsten.

Verkaufspackungen davon sind auf Bild 15.3. (Seite 72) zu sehen.

Es sei hier noch das Rezept für einen besonders interessanten Mischindikator mitgeteilt. Er ändert seine Farbe genau bei $\text{pH} = 7,0$.

Man bereitet eine 0,1%ige Lösung von Neutralrot in Methanol oder Äthanol und eine 0,1%ige Lösung von Methylenblau, ebenfalls in Methanol oder Äthanol.

Zum Gebrauch werden gleiche Mengen dieser beiden Lösungen gemischt. In dunkler Flasche aufbewahrt hält sich diese Gebrauchslösung einige Zeit. Man braucht für jede Prüfung nur wenige Tropfen dieser Lösung, die saure Lösungen violettblau und alkalische grün färbt.

15.3. Prüfen der Bäder

15.3.1. Entwickler

Entwickler ändern ihre Eigenschaften sowohl beim Gebrauch als auch beim Nichtgebrauch. Im Groblabor benutzt man zur Prüfung der Entwickler verschiedene analytische Methoden, die für das Amateur- und Kleinlabor zu aufwendig sind. Hier sind nur einfache Verfahren praktikabel.

Bei Papier- und Reproentwicklern kann man mit einem Stück Fotopapier, das hellem Licht ausgesetzt war, die „Schwärzungsprobe“ machen. Das geschieht bei hellem Licht mit einer kleinen Probe des Entwicklers, die eine Temperatur von etwa 20°C haben soll. Bei Papierentwicklern soll das Stück Fotopapier in etwa 20 s und bei

Reproentwicklern je nach ihrer Art in 20... 30 s voll durchgeschwärzt sein. Natürlich funktioniert diese Probe auch bei anderen Typen von Entwicklern. Es ergeben sich nur verschieden lange Zeiten. Beim Orwo A 49 sind es beispielsweise etwa 4 min.

Diese Probe gibt allerdings nur einen Aufschluß darüber, ob der Entwickler überhaupt noch funktionstüchtig ist. Genauere Auskünfte über die Arbeitsweise des Entwicklerbades bekommt man durch die Probeentwicklung von Filmstücken, auf die ein Stufenkeil aufkopiert ist. Man muß dazu einen gewissen Vorrat solcher Filmstreifen bereithalten. Der erste Streifen davon wird in einem gebrauchsfertigen frischen Entwickler genau nach Vorschrift entwickelt. Er dient später als Vergleichsobjekt.

Soll nun zu einem gegebenen Zeitpunkt der gleiche Entwickler geprüft werden, wobei es sich auch um einen anderen Ansatz handeln kann, dann wird ein zweiter belichteter Streifen unter den gleichen Bedingungen wie der erste entwickelt. Durch visuellen Vergleich stellt man dann fest, ob der zweite Streifen die gleiche Anzahl von Graustufen enthält und die gleiche maximale Schwärzung aufweist wie der erste.

Ist dies der Fall, dann ist damit erwiesen, daß der geprüfte Entwickler die gleichen Eigenschaften hat wie der, in dem der erste Probestreifen entwickelt wurde. Aus der Anzahl der im zweiten Streifen wiedergegebenen Graustufen kann man auch sofort erkennen, ob der geprüfte Entwickler weicher oder härter arbeitet als der, in dem der erste Probestreifen entwickelt wurde. Erkennt man im Vergleich zum ersten Streifen mehr Graustufen, so arbeitet der geprüfte Entwickler weicher. Zählt man weniger, so entwickelt er härter.

Weist der zweite Probestreifen eine geringere maximale Schwärzung als der erste auf, so deutet dies auf eine Erschöpfung des Entwicklers hin. Aus der beim zweiten Probestreifen erreichten maximalen Schwärzung läßt sich auch ablesen, ob ein Ausgleich durch eine längere Entwicklungszeit bzw. eine Regenerierung des Entwicklers möglich ist, oder ob ein Neuansatz erforderlich ist.

Man kann mit diesem Verfahren auch die Arbeitsweisen verschiedener Entwickler miteinander vergleichen.

Die Anwendung dieses Verfahrens setzt also

voraus, daß man über eine gewisse Anzahl von Filmstreifen verfügt, die unter einem Stufenkeil-Negativ alle gleich belichtet wurden.

Das Stufenkeil-Negativ kann man selbst hergestellt haben, da keine absoluten Messungen vorgenommen werden, sondern nur ein visueller Vergleich. Als Vorlage kann beispielsweise die Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8 dienen (s. Abschn. 15.7.). Man macht davon eine Aufnahme, die so zu entwickeln ist, daß alle Felder der Meßtafel kopierfähig getrennt wiedergegeben werden. Diese Aufnahme wollen wir als „Urkeil“ bezeichnen. Sie muß sehr sorgfältig bearbeitet, gut gehärtet und sorgfältig aufbewahrt werden, damit sie auf Jahre hinaus in stets gleichbleibender Qualität zur Verfügung steht.

Die weiteren Maßnahmen werden davon bestimmt, ob man nur Dosen-, nur Schalenentwicklungen oder beides vorzunehmen hat. Für Dosenentwicklungen ist von dem „Urkeil“ nun eine etwa 220 mm lange und 35 mm breite Vergrößerung am besten auf Orwo-Fototechnischen Film PF 1 anzufertigen. Auch bei dieser Vergrößerung sollen alle Stufen getrennt wiedergegeben werden. Steht der Orwo PF 1 nicht zur Verfügung, dann kann man notfalls auch den Orwo NP 20 nehmen.

Für Schalenentwicklungen stellt man sich in der gleichen Weise eine Vergrößerung her, die jedoch nur etwa 10... 12 cm lang zu sein braucht.

Diese Vergrößerungen seien als „Meßkeile“ bezeichnet. Auch sie sind sehr sorgfältig herzustellen und vor allem gut zu härten, da sie im Gebrauch nachher stark strapaziert werden. Sie sind das Stufenkeil-Negativ, von dem die zu belichtenden Probestreifen kopiert werden.

Vom Meßkeil werden dazu in einem Streifen-Kopierrahmen unter reproduzierbaren Bedingungen Kopien auf ein Material aufbelichtet, das in dem zu prüfenden Entwickler bearbeitet werden kann oder soll. Für den Entwickler Orwo A 49 wird man also beispielsweise Meterware des Orwo NP 15 wählen, für einen Reproentwickler etwa den Orwo PF 2.

Diese belichteten Filmstücke müssen selbstverständlich lichtdicht aufbewahrt werden.

Wie gesagt, müssen die Bedingungen, unter denen die Belichtung der Probestreifen er-

folgt, reproduzierbar sein. Es ist daher zweckmäßig, stets die gleiche technische Einrichtung dazu zu benutzen. Die Belichtungszeiten, die für die verschiedenen Materialien benötigt werden, schreibt man am besten auf ein Schild, das man an dieser Einrichtung befestigt.

15.3.2. Unterbrecher

Unterbrecher haben die Aufgabe, die Entwicklung sehr schnell abzustoppen. Außerdem sollen sie das Fixierbad davor schützen, daß alkalische Bestandteile des Entwicklerbades eingeschleppt werden. Deshalb müssen die Unterbrecher sauer reagieren. Aus Bild 15.1. ist zu entnehmen, daß der pH-Wert der Unterbrecher unterschiedlich ist. Es wäre daher falsch, alle Unterbrecher ohne Rücksicht auf deren Art nur mit Lackmuspapier daraufhin zu prüfen, ob sie noch sauer reagieren. Denn bei Unterbrechern mit Essigsäure ist der Erschöpfungsgrad auch dann schon erreicht, wenn Lackmuspapier noch gerötet wird. Es kann sich im Unterbrecher bereits so viel an Entwicklerbestandteilen befinden, daß durch deren Verschleppung in das Fixierbad auch dieses in kurzer Zeit unbrauchbar oder zumindest in seiner Wirksamkeit beeinträchtigt wird. Es ist deshalb notwendig, den Unterbrecher mit dem jeweils geeigneten Indikator bzw. Indikatorpapier auf seinen pH-Wert zu prüfen.

Frische Unterbrecher haben folgende pH-Werte:

Essigsäure (Orwo 200)	pH \approx 2,9
Kaliumdisulfitbad	pH \approx 4,5
Orwo A 202 (1+9)	pH \approx 4,5

Bei einem Kaliumdisulfitbad erfolgt nach der Zugabe von 10 ml Orwo N 113 auf 1 l Unterbrecher bereits ein Anstieg des pH-Wertes auf 5,1 und nach Zugabe von 20 ml Orwo N 113 auf 6,3. Damit ist bereits die äußerste Grenze der Gebrauchsfähigkeit dieses Unterbrechers erreicht.

Einem Unterbrecher mit Essigsäure (Orwo 200) kann man 110 ... 120 ml Orwo N 113 zufügen, bis pH = 4 erreicht ist!

Der Unterbrecher ist zwar dadurch längst unbrauchbar, reicht aber noch stark nach Essigsäure. Die berühmte „Nasenprobe“ versagt also in der Praxis völlig. Selbst bei

einem Verhältnis von Unterbrecher zu Orwo N 113 wie 2:1 reagiert diese Mischung noch sauer. Die Entwicklung schreitet in solch einem „Unterbrecher“ natürlich munter fort, ist allerdings ungleichmäßig.

In der Praxis werden die angegebenen pH-Werte schon früher erreicht, da durch den Weitertransport der Filme bzw. Papiere in das Fixierbad ständig eine bestimmte Menge Unterbrecherbad verschleppt wird. Die Verschleppung von Entwicklerbestandteilen über das Unterbrecherbad in das Fixierbad ist auch der Grund, weshalb Unterbrecher niemals bis nahe an den Neutralpunkt von pH = 7 ausgenutzt werden dürfen, wie man das manchmal lesen kann. Man muß nämlich berücksichtigen, daß auch die Fixierbäder sauer reagieren müssen, wenn sie einwandfrei arbeiten sollen.

Die Werte für frische saure Fixierbäder liegen zwischen pH = 4,4 und pH = 4,8. Härtefixierbäder haben einen pH-Wert von etwa 4,4.

Besonders die Härtefixierbäder sind empfindlich gegen ein Ansteigen des pH-Wertes, da dann ihre Härtewirkung nachläßt und schließlich die Aluminium- oder Chromsalze sogar ausgefällt werden können.

Es ist also zweckmäßig, die Unterbrecherbäder folgende Werte nicht überschreiten zu lassen:

Essigsäurebäder	pH = 3,5
Kaliumdisulfitbäder	pH = 6,1
Natriumhydrogensulfitbäder (Orwo A 202)	pH = 6,1

15.3.3. Fixierbäder

Die einfachste Prüfung eines Fixierbades auf seine Brauchbarkeit besteht darin, daß man nach dessen Ansatz die Klärzeit für ein Stück unentwickelten Films mißt. Im Laufe des Gebrauchs des Fixierbades wiederholt man diese Messung. Fixierbäder gelten als verbraucht, wenn die Klärzeit auf das Doppelte der ursprünglich gemessenen Zeit angewachsen ist. Man muß dabei natürlich stets die gleiche Filmsorte wie bei der ersten Messung benutzen.

Diese Meßmethode ist allerdings nur bei Fixierbädern mit Natriumthiosulfat anwendbar. Bei denen auf der Basis Ammoniumthiosulfat steigt die Klärzeit nur ganz all-

mählich an (vgl. Bild 8.1.), so daß sich kein scharfer Meßpunkt nennen läßt.

Es gibt jedoch noch ein weiteres Verfahren, das für alle Fixierbäder anwendbar ist, den Kaliumjodid-Test. Man stellt dazu eine 10%ige Lösung von Kaliumjodid in Wasser her. Von dem zu prüfenden Fixierbad gibt man etwa 10 ml in ein Prüfglas. Mit Hilfe einer Pipette fügt man einige Tropfen der Kaliumjodid-Lösung hinzu. Löst sich eine anfängliche Trübung der Probe beim Schütteln wieder auf, so ist das Fixierbad gerade noch brauchbar. Bildet sich jedoch ein käsiger Niederschlag, der nicht mehr in Lösung geht, so ist das Fixierbad so mit Silber angereichert, daß es als verbraucht gelten muß. Nicht zu spät sollte man auch mit der Messung des pH-Wertes des Fixierbades beginnen. Der obere zulässige Grenzwert liegt bei sauren Fixierbädern bei etwa $\text{pH} = 6,0$. Bei denen mit Ammoniumthiosulfat und Natriumhydrogensulfat kann er bis auf etwa $\text{pH} = 6,6$ ansteigen. Bei Härtefixierbädern sollte dagegen ein oberer Grenzwert von $\text{pH} = 5,5$ nicht überschritten werden.

Ergibt der Kaliumjodid-Test, daß der Silbergehalt noch nicht zu groß ist, so kann man den pH-Wert des Fixierbades durch Zugabe von Kalium- oder Natriumdisulfat herabsetzen. Gleichzeitig ist aber auch der pH-Wert des Unterbrechers zu überprüfen, da ein starkes Ansteigen des pH-Wertes des Fixierbades auf ein verbrauchtes Unterbrecherbad hindeutet.

15.4. Prüfen des Wassers

Bei den meisten fotografischen Rezepten steht an erster Stelle ein Kalkschutzmittel. Die angegebene Menge dieses Mittels ist jedoch nur ein Durchschnittswert. Bekanntlich gibt es „hartes“ und „weiches“ Wasser. Das bedeutet praktisch, daß der Gehalt an Kalzium- und Magnesiumsalzen verschieden groß sein kann. Der Grad der Härte wird bei uns in deutschen Härtegraden ($^{\circ}\text{dH}$) angegeben.

Bis zu 8°dH bezeichnet man das Wasser als weich, bei $8 \dots 12^{\circ}\text{dH}$ als mittelhart und bei mehr als 12°dH als hart.

Unterschiede im Härtegrad des Wassers gibt es nicht nur von Ort zu Ort. In Städten, die meist von verschiedenen Wasserwerken

versorgt werden, kann der Härtegrad des Wassers in den einzelnen Versorgungsbezirken durchaus große Unterschiede aufweisen. Für einige Städte der DDR ist die Gesamthärte in $^{\circ}\text{dH}$ nachstehend aufgeführt:

Berlin	12,2 ... 21,4
Dresden	2,5 ... 13,5
Frankfurt/Oder	9,0
Karl-Marx-Stadt	3,2
Potsdam	14,6 ... 22,7
Rostock	14,6
Wittenberg	13,0

Diese Beispiele zeigen, daß es zweckmäßig ist zu prüfen, wieviel an Kalkschutzmittel je Liter Wasser zuzugeben ist.

Man füllt 1 l Wasser in ein Becherglas, wägt 3 g Orwo-Kalkschutzmittel A 901 ab und gibt davon kleine Portionen dem Wasser unter Umrühren zu, wobei deren völlige Auflösung abzuwarten ist. Dies setzt man so lange fort, bis bei der weiteren Zugabe einer kleinen Portion keine anfängliche Trübung des Wassers mehr auftritt. Der verbliebene Rest wird gewogen. Die Differenz zu der anfänglichen Menge von 3 g ist die Menge an Kalkschutzmittel, die beim Ansetzen von Lösungen nach Rezept je Liter Wasser zugegeben werden muß, sofern ein Kalkschutzmittel vorgeschrieben ist.

Man kann eine zusätzliche Prüfung durchführen, indem man der Lösung mit dem Kalkschutzmittel einige Tropfen Natronlauge oder Kalilauge zufügt. Es darf dann keine Trübung mehr auftreten. Andernfalls muß zumindest für den Ansatz hochalkalischer Entwickler die Menge an Kalkschutzmittel erhöht werden.

Vielfach enthält das Leitungswasser auch Chloride, die bei manchen fotografischen Prozessen stören. Das Vorhandensein von Chloriden wird dadurch nachgewiesen, daß man einer Probe des Wassers einige Tropfen Silbernitratlösung zusetzt. Wenn Chloride vorhanden sind, bildet sich ein gelblicher Niederschlag.

Chloride können durch Abkochen des Wassers beseitigt werden, wobei das Wasser etwa $3 \dots 5$ min lang kochen muß.

Beim Kochen des Wassers wird auch ein Teil der Härte des Wassers, die sogenannte temporäre Härte, beseitigt.

Für den Ansatz schwachalkalischer Entwickler (z. B. mit Natriumtetraborat als Alkali) interessiert auch der pH-Wert des Wassers. Er kann ausreichend genau mit Stuphanpapier bestimmt werden. Im allgemeinen reagiert das Gebrauchswasser neutral. In einigen Gegenden kann der pH-Wert bis zu 8,0 betragen. Dort setzt man am besten solche schwachalkalischen Entwickler an, die als Puffergemisch Natriumtetraborat und Borsäure enthalten.

15.5. Prüfen des Auswässerungsgrades von Papieren

Die Haltbarkeit der Bilder hängt bekanntlich davon ab, daß das Fixiersalz (Natrium- oder Ammoniumthiosulfat) durch ausreichende Wässerung entfernt wurde. Der Auswässerungsgrad kann durch einen chemischen Test genügend genau bestimmt werden. Dazu bedient man sich der Reaktion einer Kaliumpermanganat-Lösung, die durch Thiosulfat entfärbt wird. Diese Reaktion ist sehr empfindlich. Man stellt dazu folgende Stammlösung her:

Kodak HT-1a

Wasser, dest.	0,5 l
Kaliumpermanganat	1 g
Natriumhydroxid	2 g

Die Lösung ist nach dem Ansatz zu filtrieren. Aus der Stammlösung wird die eigentliche Prüflösung hergestellt. Dazu werden 2 ml der Stammlösung mit destilliertem Wasser auf 250 ml Gesamtvolumen aufgefüllt. Der Test wird mit der Prüflösung wie folgt durchgeführt.

Für Bilder, die nur eine begrenzte Haltbarkeit von etwa 3...5 Jahren zu haben brauchen, werden 10 ml der Prüflösung in ein Prüfglas gegeben. Man nimmt ein Bild aus dem Waschwasser und läßt 15 Tropfen des Waschwassers in die Prüflösung tropfen. Ist die Prüflösung erst nach 1 min entfärbt, so ist der Thiosulfatgehalt ausreichend gering. Für Bilder mit einer gewünschten Haltbarkeit von mindestens zwanzig Jahren werden zu 10 ml der Prüflösung 10 ml Abtropfwasser gegeben. Die Entfärbung der Prüflösung muß dabei länger als 1 min dauern. Das

Abtropfwasser hat dann noch einen Gehalt von etwa 0,001% Natriumthiosulfat.

Es sollen an dieser Stelle noch einige Hinweise zum richtigen Filtrieren gegeben werden.

Es gibt drei Sorten von Filtrierpapier, die als „schnell laufend“, „mittelschnell laufend“ und „langsam laufend“ bezeichnet werden. Im Fotolabor kommt man fast immer mit der Sorte „schnell laufend“ zu recht. Man kann ersatzweise auch die im Handel erhältlichen „Kaffeerundfilter“ Nr. 4 mit einem Durchmesser von 164 mm nehmen, die vom VEB Papierfabrik Elterlein hergestellt werden.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes sollen die Trichter beim Filtrieren grundsätzlich mittels Kreuzmuffe und Kleiner Klemme an einem Laborstativ befestigt werden. Die Klemme darf dabei nicht auf dem Rand der Inhaltsflasche aufsitzen.

Nachdem die zu filtrierende Flüssigkeit durchgelaufen ist, entfernt man den Filtereinsatz mit einer Filmzange. Finger sollen grundsätzlich nicht mit Chemikalien in Berührung kommen.

15.6. Gradationsmessung mit dem Stufenkeil

Die Gradation eines Negativs ist von den Eigenschaften der fotografischen Schicht und den Verarbeitungsbedingungen abhängig. Die Gradationsmessung erfaßt also ein Ergebnis eines technologischen Prozesses. Die Gradation kann jedoch weder mit einem Meßinstrument noch mit einem Meßgerät, sondern nur mit Hilfe eines Meßverfahrens gemessen werden. Es ist durch zwei Hauptschritte gekennzeichnet: Aufnahme einer Schwärzungskurve und Bestimmung des Anstiegs ihres annähernd gerade verlaufenden Teils. Der Anstieg wird dabei durch den Tangens des Winkels zwischen der Tangente an diesem Kurventeil und der Koordinatenachse angegeben, auf der die Belichtung skaliert ist (Bild 15.4.). Er wird bekanntlich als Gamma bezeichnet.

Zur Aufnahme der Schwärzungskurve benötigt man einen transparenten Stufenkeil mit bekanntem Dichteanstieg von Stufe zu Stufe.

Ein solcher Stufenkeil mit der Bezeichnung Orwo-Durchsichtsgrauskala Nr. 15 wird als

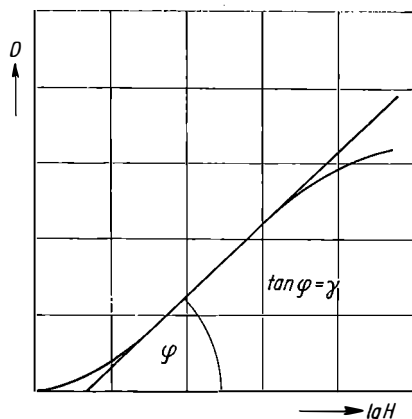


Bild 15.4. Zur Definition des Gamma

Hilfsmittel für die Aufnahme der Schwärzungskurve im folgenden vorausgesetzt. Er kann vom VEB Filmfabrik Wolfen FCK direkt bezogen werden.

Der Stufenkeil wird im Kontakt auf das zu untersuchende Filmmaterial aufbelichtet. Der belichtete Filmstreifen wird dann im vorgesehenen Entwickler nach den dafür geltenden Vorschriften bzw. je nach Zweck der Messung auch nach besonders gewählten Bedingungen entwickelt und wie üblich fixiert, gewässert und getrocknet. Man erhält so ein Negativ des Stufenkeils.

Die Belichtung soll so abgestimmt sein, daß unter der Stufe mit der Dichte 3,00 im Negativ noch keine Schwärzung über dem Schleier entsteht, sondern erst ab einer der folgenden Stufen.

Für den genannten Stufenkeil gilt:

Eine Veränderung der Belichtung um den Faktor 2 verschiebt Stufen gleicher Schwärzung bei

Gamma 0,7 um etwa 1 Stufe,

Gamma 1 um 2 Stufen,

Gamma 2 um 4 Stufen,

Gamma 3 um 6 Stufen.

Nun wird die Dichte der einzelnen Stufen des Negativs mit einem Densitometer ausgemessen und in einer Wertetabelle nach Tabelle 15.2. notiert. Falls kein Densitometer vorhanden ist, kann die Dichte der einzelnen Stufen durch visuellen Vergleich mit den Stufen des Stufenkeils annähernd bestimmt werden. Dabei sollte man sich auf die Stufen des Negativs beschränken, für

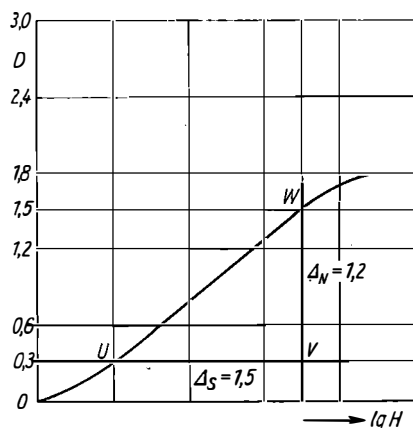


Bild 15.5. Zur Berechnung des Gamma

die eine Dichtegleichheit mit einer der Stufen des Stufenkeils angenommen werden kann. Zwischenwerte lassen sich kaum abschätzen.

Bei angefärbten Materialien ist es besser, vor dem visuellen Vergleich vom Stufenkeil und seinem Negativ eine Kontaktkopie auf Fotopapier zu machen. Der Vergleich ist dann auf dem Fotopapier leichter.

Der Kurvenverlauf läßt sich auch mit einer verminderten Zahl von Meßwerten ausreichend genau bestimmen. In der Tabelle 15.2. wurde auch nur jede zweite Stufe des Negativs ausgemessen.

Tabelle 15.2.: Wertetabelle

D_S Dichtewerte des Stufenkeils DG 15,
 D_N Dichtewerte des Negativs.

D_S	D_N
3,00	0,10
2,70	0,23
2,40	0,39
2,10	0,60
1,80	0,84
1,50	1,08
1,20	1,33
0,90	1,58
0,60	1,80
0,30	1,98

Nachdem die Meßwerte vorliegen, werden sie in ein Koordinatenkreuz nach Bild 15.5. übertragen. Man verwendet am besten Millimeterpapier dazu.

Nach dem Einzeichnen der Meßwerte wird die Kurve durch diese Punkte gezeichnet. Dabei kann es durchaus vorkommen, daß der eine oder andere Punkt sich nicht in den Kurvenverlauf einordnen läßt. Das liegt an den unvermeidlichen Meßfehlern.

Die erhaltene Kurve ist die Schwärzungskurve. Der nächste Schritt ist nun die Bestimmung des Gammawertes.

Zunächst markiert man die Endpunkte des geradlinig verlaufenden Teils auf der Schwärzungskurve. Dann zeichnet man Parallelen zu den Achsen des Koordinatenkreuzes durch diese Punkte, so daß ein rechtwinkliges Dreieck entsteht (Dreieck UVW in Bild 15.5.). Das Gamma wird dann nach folgenden Formel berechnet:

$$\tan \varphi = \gamma = \frac{VW}{UV} = \frac{\Delta D_N}{\Delta D_S}.$$

Mit den Werten aus Bild 15.5. erhält man

$$\tan \varphi = \gamma = \frac{1,2}{1,5} = 0,8.$$

Zu bemerken ist hierzu noch, daß die Strecken VW und UV auch in mm gemessen werden können.

Bei Gradationskurven, die keinen geradlinigen Teil besitzen, bestimmt man statt des Gammas den g-Wert. Das ist das Verhältnis der Dichteunterschiede von D_N und D_S in den konventionell festgelegten Grenzen von $D_N = 0,3$ und $D_N = 1,3$. Wenn es zweckmäßig erscheint, kann man auch andere Grenzen festlegen, muß sie dann aber angeben.

Da eine Gerade durch zwei Punkte bestimmt ist, genügt bei Routinemessungen, bei denen ja der Verlauf der Gradationskurve im Prinzip bekannt ist, auch die Durchführung von zwei Messungen, um den für die Praxis wesentlichen Teil der Gradationskurve zeichnen zu können.

Es kommt demnach nur darauf an, die Punkte U und W nach Bild 15.5. richtig festzulegen. Doch gibt es dafür in der Praxis genügend Anhaltspunkte. Schließlich spielt es auch keine Rolle, wenn man den Bereich zwischen U und W einmal etwas kleiner wählt. Man darf mit den Meßpunkten nur nicht zu weit in den gekrümmten Teil der Kurve geraten.

Die Kurve zu zeichnen ist auch nicht erforderlich, da es sich ja nur um eine Gerade mit zwei definierten Punkten handelt. Wur-

den beispielsweise die Meßpunkte $D_S = 2,1$ und $D_S = 1,2$ festgelegt ($\Delta D_S = 0,9$) und dafür die Dichtewerte $D_N = 0,4$ und $D_N = 1,75$ ($\Delta D_N = 1,35$) gemessen, so ergibt eine einfache Rechnung den Gammawert:

$$\gamma = \frac{1,35}{0,9} = 1,5.$$

Durch sinnvollen Einsatz der Meßmittel läßt sich also die Laborarbeit erheblich rationalisieren.

Wenn Vergleichsmessungen unter definierten Bedingungen durchgeführt werden sollen, gilt es vor allem auch, die Temperatur des Bades oder der Bäder konstant zu halten.

Ist die Raumtemperatur zu niedrig, so müssen die Schalen oder Dosen in ein Wasserbad gestellt werden, dessen Temperatur automatisch konstant gehalten wird. Einfache elektrische Schalenwärmer, wie sie sonst im Amateur- und Kleinlabor verwendet werden, sind für Meßaufbauten nicht geeignet.

Das Wasserbad darf nicht zu klein gewählt werden. Bei Dosenentwicklungen rechnet man mit etwa $5 \cdot \cdot \cdot 7$ l Wasser. Die Temperatur-Konstanthaltung kann mit Hilfe eines Kontaktthermometers, eines dazugehörigen Schaltrelais und einiger Aquarien-Heizstäbe niedriger Leistung, die im Wasserbad verteilt werden, bewerkstelligt werden. Man bekommt diese Hilfsmittel in jeder größeren zoologischen Handlung, wo man auch hinsichtlich der Anwendung beraten wird.

Wenn die Raumtemperatur zu hoch ist, legt man in das Wasserbad mehrere Windungen eines Gummischlauches. Das eine Ende des Schlauches wird mit dem Wasserhahn verbunden, das andere führt in den Abfluß. Das Schaltrelais wird dann dazu benutzt, den Stromkreis für einen elektrischen Sichtmelder, Summer oder eine Klingel zu schließen. Den Wasserhahn muß man dann von Hand schließen und öffnen.

Man probiert diese Einrichtungen am besten zunächst mit einer Entwicklungsdose aus, die mit Wasser gefüllt ist. Zur Temperaturanzeige dient ein Dosenthermometer mit Zehntelgrad-Teilung. Mit der Meßarbeit darf man erst beginnen, wenn man sich davon überzeugt hat, daß die richtige Temperatur eingestellt ist und diese auch konstant gehalten wird.

15.7. Prüfen mit Farb- und Grautafeln

Farben werden in der SW-Fotografie bekanntlich als Grautöne wiedergegeben. Zur quantitativen Prüfung der Wiedergabe der vier Grundfarben Blau, Grün, Gelb und Rot dient die Orwo-Stufenfarbentafel Nr. 2 (Bild 15.6., Seite 72). Sie ist 300 mm \times 400 mm groß. Neben den vier Farbstreifen befindet sich jeweils eine Grauskala. Sie ist so abgestuft, daß die mit der Zahl 100 bezeichneten Felder bei Sonnenlicht die gleiche Helligkeit für das menschliche Auge wie die Farbstreifen haben. Die anderen Zahlen geben das Reflexionsvermögen gegenüber dem mit der Zahl 100 bezeichneten Feld in Prozent an.

Zur Prüfung der Farbwiedergabe eines bestimmten Fotomaterials macht man damit eine Aufnahme der Stufenfarbentafel. Dann liest man für jede Farbe auf dem Negativ ab, welches Feld der neben dem Farbstreifen liegenden Grauskala mit der gleichen Schwärzung wie der Farbstreifen wiedergegeben worden ist. Die zu diesem Feld gehörende Zahl gibt die Farbwiedergabe in Prozent gegenüber der Helligkeit an, mit der das Auge diese Farbe sieht. Macht man eine Aufnahme mit einem Farbfilter, so läßt sich durch den Vergleich mit einer Aufnahme ohne Filter dessen Wirkung quantitativ bestimmen.

Eigentlich für die Farbfotografie bestimmt ist die Orwo-Repro-Farbentafel Nr. 7. Erfahrungsgemäß leistet sie aber auch in der SW-Fotografie gute Dienste. Sie enthält folgende Farbtöne als Aufstrichfarben: Purpur, Rot, Orange, Gelb, Gelbgrün, Grün, Blaugrün, Blau und Violett.

Eine Aufnahme der Tafel ist in Bild 2.18. (S. 66) enthalten.

Nimmt man bei Reproduktionen von farbigen Vorlagen diese Tafel neben dem eigentlichen Objekt mit auf, so kann man sehr schnell erkennen, ob alle Farben (sofern sie im Original enthalten sind) in einem richtigen Grauwert wiedergegeben worden sind. Die Tafel wird in zwei Formaten geliefert und kann vom VEB Filmfabrik Wolfen FCK direkt bezogen werden.

Tafel Nr. 7 – 75 mm \times 270 mm
Tafel Nr. 7a – 40 mm \times 150 mm.

Kaum zu entbehren ist im Fotolabor die

Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8 (s. Bild 2.18.). Sie besteht aus 15 Stufen, von denen jede 17 mm \times 60 mm groß ist. Die Aufsichtsdichte steigt von Feld zu Feld um den Betrag 0,1. Vor der Stufe 1 befindet sich noch ein Feld 0, das den höchstmöglichen Reflexionsgrad eines Weißanstrichs besitzt.

Mit dieser Tafel beurteilt und vergleicht man in der Reproduktionstechnik die Gradation von Farbauszugs-Negativen. Diese Tafel kann man aber auch benutzen, um die Wirkung von Manipulationen am Negativ wie das Abschwächen, Verstärken oder Umentwickeln beurteilen zu können. Man macht dazu jeweils zwei Aufnahmen der Tafel, die zusammen entwickelt werden. Das eine Negativ läßt man unverändert. An dem zweiten nimmt man die beabsichtigte Manipulation vor. Dann fertigt man von beiden Negativen Kopien oder Vergrößerungen an. Durch den Vergleich der wiedergegebenen Graustufen läßt sich dann der Erfolg der Manipulation beurteilen.

Ein Negativ der Tafel, auf dem alle Stufen auf normales Papier kopierfähig wiedergegeben sind, läßt sich auch zur Beurteilung der Gradation von Papieren (besonders nach Chargenwechsel zu empfehlen) und der Arbeitsweise von Entwicklern verwenden.

Als Hilfsmittel zur Beurteilung der Farbentrennung auf SW-Filmen (auch in Verbindung mit Farbfiltern) wurde die in Bild 15.7. auf Seite 72 wiedergegebene Farben-Kombinationstafel geschaffen. Sie besteht aus drei Teilen. Der obere Teil enthält in der Reihenfolge des Spektrums neun Grund- und Mischfarben, ähnlich wie die Orwo-Repro-Farbentafel Nr. 7 und andere Farbtäfel. Diese Farbfelder dienen vor allem zum Vergleich der Farben der Tafel mit denen des Motivs und des Hintergrundes.

Im mittleren kreisförmigen Teil ist jede dieser Farben genau einmal jeder anderen Farbe benachbart. Mit Hilfe dieses Teils kann die Farbentrennung innerhalb des Motivs beurteilt werden.

Stellt man an Hand von Probeaufnahmen fest, daß zwei Farbfelder den gleichen Grauton ergeben, so müssen dann die Aufnahmebedingungen geändert werden, wenn ähnliche Farbflächen auch im Motiv nebeneinander liegend vorkommen.

Der untere Teil enthält eine Grauskala, die der Orwo-Repro-Meßtafel Nr. 8 entspricht.

Sie dient zur Beurteilung der richtigen Belichtung und der Gradation des Negativs.

Da es diese Tafel nicht zu kaufen gibt, muß man sie sich selbst anfertigen. Die einzelnen Felder der Tafel werden aus Zeichenkarton, der den entsprechenden Farbaufstrich trägt, ausgeschnitten und auf einen stabilen Karton nach dem vorgezeichneten Schema aufgeklebt.

Für die Farbaufstriche sind Gouache-Farben, Ei-Tempera und mit Vorbehalt auch Plakat-Tempera in Tuben geeignet. Die Grundfarben sind im allgemeinen im Handel vorrätig. Die Mischfarben wird man vielleicht teilweise selbst mischen müssen. So läßt sich beispielsweise Blaugrün mischen aus Cölinblau und Permanentgrün evtl. unter Zusatz einer Spur von Weiß. Für Gelbgrün wird neben Gelb oder Chromgelb als zweiter Bestandteil ebenfalls Permanentgrün richtig sein. Weiß darf jeweils nur so viel

zugesetzt werden, daß ein vorhandener Schwarzanteil der anderen Farben aufgehoben wird.

Es ist zweckmäßig, beim Einkauf der Farben die kleine und billige Orwo-Tafel Nr. 7a mitzuführen, da man an Hand des Musters dem Fachverkäufer leicht seine Wünsche vortragen kann.

Die Farben dürfen übrigens nicht mit Wasser versetzt werden, da sie sonst wolkig auf trocknen.

Für die Grauskala kann man zwar die Graustufen aus Schwarz und Weiß selbst mischen, doch ist der Aufwand erfahrungsgemäß höher, als wenn man sich eine industriell gefertigte Grauskala beschafft und diese verwendet.

Zu empfehlen sind die Orwo-Grauskala AG 10 in der Größe 40 mm \times 180 mm und die Orwo-Grauskala AG 11 im Format 40 mm \times 220 mm.

16. Tabellen

Chemikalien

Die Tabelle enthält die wichtigsten Handelsorten der im Fotolabor benötigten Chemikalien. Die Zahl hinter der Chemikalienbezeichnung gibt die kleinste Packungsgröße in Gramm an.

Alaune: Ammoniakalaun s. Ammoniumaluminiumsulfat
Chromalaun s. Kaliumchrom(III)-sulfat
Eisenammoniakalaun
s. Ammoniumeisen(III)-sulfat
Kalialaun s. Kaliumaluminiumsulfat

Aluminiumchlorid krist. rein; 100
Aluminiumchlorid sublimiert rein; 250
Aluminiumsulfat 17/18% Al_2O_3 rein; 1000
p-Aminophenolhydrochlorid rein; 100
Ammoniak-Lösung D_{20} 0,907 (25%)
reinst; 250
Ammoniak-Lösung D_{20} 0,958 (10%)
reinst und DAB 7; 250
Ammoniumaluminiumsulfat reinst; 500
Ammoniumbromid DAB 7; 250
Ammoniumcarbonat reinst und DAB 7; 500
Ammoniumchlorid DAB 7; 500
Ammoniumeisen(III)-sulfat rein; 250
Ammoniumperoxodisulfat rein (Ammoniumpersulfat); 1000
Ammoniumsulfat reinst; 500
Ammoniumsulfat technisch; 1000
Ammoniumsulfid-Lösung reinst; 1000

Ammoniumthiocyanat reinst; 100
Ammoniumthiocyanat technisch; 1000
Ammoniumthiosulfat krist.; 1000
Azeton reinst; 250
Benzochinon s. Chinon
Borsäure DAB 7; 100
Brenzkatechin rein; 100
Chinon reinst; 10
Chloramin DAB 7; 250
Dimethylglyoxim (Diacetyldioxim) zur
Analyse; 25
Dinatriumhydrogenphosphat; 250
Eisen(III)-chlorid sublimiert; 1000
Eisen(III)-sulfat rein; 100
Essigsäure rein 98/100%; 250
Essigsäure reinst 98/100%; 250
Formaldehyd-Lösung ca. 30% säurefrei; 250
Formaldehyd-Lösung ca. 30%; 1000
Glycerol DAB 7; 100
Glycin = Orwo G 141; 100
Glyzerin s. Glycerol
Harnstoff reinst; 250
Hexamethylentetramin rein und DAB 7; 250
Hydrochinon = Orwo H 142; 100
Hydrochinon rein; 50
Hydroxylaminsulfat rein; 100
Javell'sche Lauge; 500
Kalilauge D_{20} 1,32 33% rein; 500
Kalilauge D_{20} 1,135–1,137 15% rein und
DAB 7; 500
Kalilauge D_{20} 1,27 27% rein f.
Akkumulatoren; 500
Kaliumaluminiumsulfat DAB 7; 1000
Kaliumbromid krist. reinst und DAB 7; 100
Kaliumcarbonat 96–98% rein; 250

Kaliumchrom(III)-sulfat rein; 1000
 Kaliumcitrat reinst; 100
 Kaliumdichromat DAB 7; 250
 Kaliumdichromat rein; 250
 Kaliumdichromat pulverisiert technisch; 500
 Kaliumdihydrogenphosphat rein; 250
 Kaliumdisulfid krist.; 500
 Kaliumhexacyanoferrat(II) reinst; 100
 Kaliumhexacyanoferrat(III) reinst; 100
 Kaliumhexacyanoferrat(III) techn. rein; 250
 Kaliumhydrogensulfat reinst; 100
 Kaliumhydrogentartrat reinst; 100
 Kaliumhydroxid rein in Plättchen; 1000
 Kaliumhydroxid Stücke reinst; 500
 Kaliumhydroxid Stücke rein; 500
 Kaliumhydroxid Stücke gereinigt; 500
 Kaliumhydroxid in Schuppen rein; 500
 Kaliumhydroxid in Schuppen gereinigt; 500
 Kaliumjodid reinst und DAB 7; 25
 Kaliumjodid-Lösung DAB 7; 100 ml
 Kaliumnatriumtartrat krist.; 100
 Kaliumnatriumtartrat technisch; 250
 Kaliumnitrat reinst; 500
 Kaliumnitrat technisch; 500
 Kaliumoxalat reinst; 100
 Kaliumpermanganat DAB 7; 250
 Kaliumsulfid rein; 250
 Kaliumtartrat DAB 7; 250
 Kaliumthiocyanat (Kaliumrhodanid) krist. rein; 100
 Kaliumzitrat s. Kaliumcitrat
 Kobalt(II)-chlorid reinst; 50
 Kobalt(II)-chlorid rein; 50
 Kupfer(II)-chlorid reinst; 100
 Kupfer(II)-sulfat reinst; 250
 Kupfer(II)-sulfat rein; 500
 Kupfer(II)-sulfat technisch; 1000
 Kupfer(II)-sulfat wasserfrei Pulver; 250
 Magnesiumsulfat DAB 7; 1000
 Methanol reinst; 250
 Methanol rein; 250
 4-Methylaminophenolsulfat (Metol); 50
 4-Methylaminophenolsulfat = Orwo M 143; 100
 Milchsäure D₂₀ 1,21 DAB 7; 100 ml
 α-Naphthol zur Analyse; 25
 α-Naphthol technisch; 100
 Natriumacetat reinst und DAB 7; 250
 Natriumacetat krist. technisch; 500
 Natriumacetat entwässert; 250
 Natriumcarbonat krist. reinst und DAB 7; 250
 Natriumcarbonat getrocknet reinst DAB 7; 250

Natriumcarbonat 98/100% wasserfrei technisch; 500
 Natriumchlorid reinst und DAB 7; 500
 Natriumdithionit; 250
 Natriumhydrogensulfid-Lösung reinst; 500
 Natriumhydrogensulfid-Lösung 37% technisch; 500
 Natriumhydrosulfid s. Natriumdithionit
 Natriumhydroxid in Plättchen reinst; 1000
 Natriumhydroxid in Schuppen technisch; 500
 Natriumhypochlorit-Lösung s. Javell'sche Lauge
 Natriumsalicylat reinst und DAB 7; 50
 Natriumsulfat getrocknet DAB 7; 500
 Natriumsulfat krist. technisch; 500
 Natriumsulfat entwässert technisch; 1000
 Natriumsulfid zur Analyse; 100
 Natriumsulfid Stücke technisch; 500
 Natriumsulfid krist. reinst; 250
 Natriumsulfid wasserfrei; 250
 Natriumtetraborat DAB 7; 250
 Natriumthiocyanat reinst; 100
 Natriumthiosulfat krist. reinst und DAB 7; 1000
 Natriumthiosulfat krist. (Teil 1 in Orwo A 300)
 Natronlauge D₂₀ 1,36 33% reinst; 500
 Natronlauge D₂₀ 1,22 20% reinst; 500
 Natronlauge D₂₀ 1,15 15% DAB 7; 500
 Nickel(II)-nitrat reinst; 100
 Nickel(II)-sulfat reinst; 250
 Oxalsäure reinst; 250
 Oxalsäure krist. technisch; 500
 Paraffin fest, F 50–52°; 500
 Paraformaldehyd; 250
 o-Phenylendiamin reinst; 10
 o-Phenylendiamin rein; 25
 p-Phenylendiamin reinst; 10
 p-Phenylendiamin rein; 25
 o-Phenylendiaminhydrochlorid reinst; 25
 p-Phenylendiaminhydrochlorid reinst; 25
 Pyrogallol resublimiert; 50
 Salicylsäure reinst und DAB 7; 100
 Salicylsäure reinst; 250
 Salpetersäure D₂₀ 1,145–1,148 ca. 25% DAB 7; 500
 Salzsäure D₂₀ 1,184 mindestens 37% reinst; 500
 Salzsäure D₂₀ 1,121–1,123 ca. 25% reinst und DAB 7; 500
 Salzsäure verdünnt DAB 7, D₂₀ 1,042–1,050 (9,5–10,5%); 500
 Salzsäure roh (arsenfrei); 500
 Schwefelsäure D₂₀ 1,84 reinst und DAB 7; 500

Schwefelsäure D₂₀ 1,28 für Akkumulatoren ; 1000
 Selenige Säure zur Analyse; 10
 Selenige Säure reinst; 25
 Tetrachlorkohlenstoff reinst und DAB 7; 250
 Tetrachlorkohlenstoff rein; 250
 Thioharnstoff reinst; 25
 Triäthanolamin rein; 10
 Trinatriumphosphat rein; 500
 Trinatriumphosphat technisch; 500
 Wasserstoffperoxid 30 Gew.-% rein; 250
 Weinsäure reinst krist. DAB 7
 Weinsäure reinst gepulvert DAB 7
 Zitronensäure krist. reinst, Gießform DAB 7
 Zitronensäure zur Analyse; 100

Stuphan-Papiere

Schachteln zu 200 Streifen. Bezug durch Außenstelle (A.St.) Leipzig (Anschrift s. S. 123)

Nr. 6: pH 6,0–7,5 (6 Stufen)
 Nr. 7: pH 7,5–8,7 (5 Stufen)
 Nr. 8: pH 8,1–9,6 (6 Stufen)
 Nr. 9: pH 6,6–8,1 (6 Stufen)
 Nr. 22: pH 2,0–4,5 (6 Stufen)
 Nr. 23: pH 4,0–6,5 (6 Stufen)
 Nr. 24: pH 6,0–8,5 (6 Stufen)
 Nr. 25: pH 8,0–10,5 (6 Stufen)
 Nr. 26: pH 10,0–12,5 (6 Stufen)
 Nr. 28: pH 9–14 (6 Stufen)

Vergleichstabelle für Chemikalien-Bezeichnungen

Kennzeichnung: ○ Handelsname, Handelsbezeichnung
 + veraltete Bezeichnung
 × noch gebräuchliche Bezeichnung oder Trivialname
 ohne K.: wissenschaftlicher Name

○ A 901 (Orwo)	–
p-Aminophenolhydrochlorid	1,4-Aminophenolhydrochlorid + Paraminophenol, salzsauer ○ Kodelon ○ BD 86
Ammoniumchlorid	+ Chlorammonium × Salmiak
Borsäure	Trioxoborsäure Orthoborsäure
Chinon	Benzochinon p-Benzochinon
Dimethylglyoxim	Diacetyldioxim
○ Formaldehyd-Lösung	○ Formalin Methanal
○ G 141 (Orwo)	p-Oxyphenylenaminoessigsäure p-Hydroxyphenylglyzin N-(4-Hydroxyphenyl-)glyzin ○ Glycin ○ Glyzin ○ Kodurol ○ Athenon ○ Iconyl
○ H 142 (Orwo)	○ Hydrochinon 1,4-Dihydroxybenzol

p-Dihydroxybenzol
 + p-Dioxybenzol
 + 1,4-Dioxybenzol
 HQ
☐ Quinol
☐ Hydroquinol

<input type="radio"/> Javell'sche Lauge	Natriumhypochlorit-Lösung X Eau de Javelle
Kaliumaluminiumsulfat	+ Kaliumalaun, + Kalialaun + Aluminiumsulfat X Aluminiumkaliumsulfat
Kaliumbromid	+ Bromkali, + Bromkalium
Kaliumcarbonat	Kaliumkarbonat + Pottasche + kohlensaures Kalium
Kaliumchrom(III)-sulfat	+ Chromkaliumsulfat X Chromalaun
Kaliumcitrat	Kaliumzitrat + Zitronensaures Kalium
Kaliumdichromat	+ Kaliumbichromat + doppeltchromsaures Kalium
Kaliumdihydrogenphosphat	+ Kaliumphosphat, primär + Kaliumphosphat, einbasisch + Monokaliumphosphat
Kaliumdisulfit	+ Kaliummetabisulfit + Kaliumpyrosulfit
Kaliumhexacyanoferrat(III)	Kaliumcyanoferrat(III) + Kaliumferricyanid + Ferricyankalium + rotes Blutlaugensalz
Kaliumhydrogentartrat	+ Kaliumbitartrat X Weinstein
Kaliumhydroxid	+ Ätzkali
Kaliumjodid	+ Jodkalium
Kaliumnatriumtartrat	<input type="radio"/> Seignette-Salz
Kaliumnitrat	X Kalisalpeter
Kaliumoxalat	+ oxalsaures Kalium
Kaliumpermanganat	+ übermangansaures Kalium + Rotkali
Kaliumthiocyanat	Kaliumrhodanid + Rhodankalium + Schwefelzyankalium + Thiozyankalium + Kaliumsulfocyanat
Kobalt(II)-chlorid	+ Kobaltchlorür

Kupfer(II)-sulfat	X Kupfersulfat + Kupfervitriol + Cuprisulfat + schwefelsaures Kupfer
○ M 143 (Orwo)	4-Methylaminophenolsulfat Monomethyl-p-aminophenolsulfat ○ Methol ○ Metatyl ○ Elon ○ Eftol ○ Photo-Rex ○ Temal ○ Meparol
Methanol	X Methylalkohol + Holzgeist
Natriumazetat	Natriumacetat + essigsäures Natrium
Natriumkarbonat	Natriumcarbonat X Soda, Sodium + kohlensaures Natrium
Natriumchlorid	+ Chlornatrium X Kochsalz
Natriumdithionit	X Blankit + Natriumhydrosulfit + Natriumhyposulfit
Natriumhydrogensulfit-Lösung	+ Natriumbisulfit-Lösung + Bisulfitlauge
Natriumhydroxid	+ Ätznatron
Natriumsulfat	X Glaubersalz + schwefelsaures Natrium
Natriumtetraborat	X Borax + Natriumborat
Natriumthiosulfat	+ Fixiernatron + Natriumhyposulfit + unterschwefligsaures Natrium
Thioharnstoff	Thiokarbamid, Thiocarbamid + Schwefelharnstoff + Sulfoharnstoff

Versorgungskontor Labor- und Feinchemikalien

Anschriften der Außenstellen

A.St. Berlin: 104 Berlin, Chausseestraße 24

A.St. Apolda: 532 Apolda, Mittelweg 6

A.St. Herzberg: 793 Herzberg, Radelandweg

A.St. Magdeburg: 3014 Magdeburg,

Halberstädter Straße 55

A.St. Dresden: 806 Dresden, Großenhainer
Straße 29

A.St. Leipzig: 7033 Leipzig, Lützner
Straße 212

Löslichkeit einiger chemischer Verbindungen

	Gramm wasser- freier Stoff in 100 ml Wasser bei 20 °C		Gramm wasser- freier Stoff in 100 ml Wasser bei 20 °C
Aluminiumchlorid	45,6	Kaliumoxalat	33,0
Aluminiumkaliumsulfat	6,01	Kaliumpermanganat	6,38
Aluminiumsulfat	36,3	Kaliumthiocyanat	218
Ammoniumbromid	73,9	Kobalt(II)-chlorid	51
Ammoniumcarbonat	25	Kobalt(II)-sulfat	36
Ammoniumchlorid	37,4	Kupfer(II)-chlorid	77
Ammoniumeisen(III)-sulfat	14,3	Kupfer(II)-sulfat	20,9
Ammoniumperoxodisulfat	60	Magnesiumsulfat	35,6
Ammoniumthiocyanat	163	Natriumacetat	49
Ammoniumthiosulfat	80	Natriumcarbonat	23
Borsäure	4,9	Natriumchlorid	35,8
Eisen(III)-chlorid	47,9	Natriumhydroxid	80
Kaliumbromid	39,7	Natriumsulfat bei 40 °C	48,1
Kaliumcarbonat	53,2	Natriumsulfid	18,6
Kaliumchrom(III)-sulfat	20	Natriumsulfit	27
Kaliumdichromat	10,82	Natriumtetraborat	7
Kaliumdisulfat	44,9	Natriumthiosulfat	70
Kaliumhexacyanoferrat(II)	21,9	Nickel(II)-sulfat	37,8
Kaliumhexacyanoferrat(III)	30,4	Oxalsäure	10,2
Kaliumhydroxid	111,4	Salicylsäure	0,27
Kaliumjodid	144,5	Thioharnstoff	12,0
Kaliumnitrat	31,5	Zitronensäure bei 25 °C	120

Löslichkeit von Entwicklersubstanzen

	Gramm in 100 ml Wasser von 15 °C
p-Aminophenolhydra- chlorid	33,0
Brenzkatechin	33,3
Glycin = Orwo G 141	0,23
Hydrochinon = Orwo H 142	5,7
Metol = Orwo M 143	4,8
Phenidon	0,7
o-Phenylendiamin	4,2 bei 35 °C
p-Phenylendiamin	3,85 bei 24 °C

Mengenverhältnis Natronlauge – Natriumhydroxid

ml Natronlauge	Natriumhydroxid in g bei				
	D ₂₀ 1,48 45%	D ₂₀ 1,36 33%	D ₂₀ 1,22 20%	D ₂₀ 1,15 15%	D ₂₀ 1,109 10%
10	6,7	4,5	2,4	1,7	1,1
20	13,3	9,0	4,9	3,5	2,2
30	20	13,5	7,3	5,2	3,3
40	26,6	18,0	9,8	6,9	4,4
50	33,3	22,4	12,2	8,6	5,5
60	40,0	26,9	14,6	10,4	6,7
70	46,6	31,4	17,1	12,1	7,8
80	53,3	35,9	19,5	13,8	8,9
90	59,9	40,4	22,0	15,5	10,0
100	66,6	44,9	24,4	17,3	11,1

Mengenverhältnis Natriumhydroxid – Natronlauge

Natriumhydroxid in g	in ml Natronlauge bei				
	D ₂₀ 1,48 45%	D ₂₀ 1,36 33%	D ₂₀ 1,22 20%	D ₂₀ 1,15 15%	D ₂₀ 1,109 10%
10	15	22,3	41	58	90
20	30	44,6	82	116	180
30	45	67	123	174	271
40	60	89	164	232	361
50	75	111	205	290	451
60	90	134	246	348	541
70	105	156	287	406	631
80	120	178	328	464	721
90	135	201	369	522	812
100	150	223	410	580	902

Mengenverhältnis Kalilauge – Kaliumhydroxid

Kaliumhydroxid in g	Kaliumhydroxid in g bei				
	D ₂₀ 1,514 50%	D ₂₀ 1,397 40%	D ₂₀ 1,32 33%	D ₂₀ 1,27 27 ¹ / ₂ %	D ₂₀ 1,136 15%
10	7,6	5,6	4,4	3,4	1,7
20	15,1	11,2	8,7	6,9	3,4
30	22,7	16,8	13,1	10,3	5,1
40	30,3	22,4	17,4	13,7	6,8
50	37,9	27,9	21,8	17,1	8,5
60	45,4	33,5	26,1	20,6	10,2
70	53,0	39,1	30,5	24,0	11,9
80	60,6	44,7	34,8	27,4	13,6
90	68,1	50,3	39,2	30,9	15,3
100	75,7	55,9	43,6	34,3	17,0

Mengenverhältnis Kaliumhydroxid – Kalilauge

ml Kalilauge	in ml Kalilauge bei				
	D ₂₀ 1,514 50%	D ₂₀ 1,397 40%	D ₂₀ 1,32 33%	D ₂₀ 1,27 27%	D ₂₀ 1,136 15%
10	13,2	17,9	23,0	29,2	58,7
20	26,4	35,8	45,9	58,4	117
30	39,6	53,7	68,9	87,6	176
40	52,8	71,6	91,8	117	235
50	66,1	89,5	115	146	293
60	79,3	107	138	175	352
70	92,5	125	161	204	411
80	106	143	184	234	469
90	119	161	207	263	528
100	132	179	230	292	587

Äquivalente Mengen kristallisierter und wasserfreier Substanz

	100 g krist. $\hat{=}$ x g wasserfrei	100 g wasserfrei $\hat{=}$ x g krist.
Eisen(III)-chlorid	60	168
Kupfer(II)-sulfat	64	157
Natriumazetat	61	163
Natriumkarbonat	37	270
Natriumsulfat	44	227
Natriumsulfit	50	200
Natriumthiosulfat	64	157
Nickelsulfat	55	182

Ammoniaklösung

x ml Ammoniaklösung D₂₀ 0,91 25% in
y ml Ammoniaklösung D₂₀ 0,958 ca. 10%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2,5	4,9	7,4	9,9	12,4	14,8	17,3	19,8	22,2
10	25	27	30	32	35	37	40	42	44	47
20	49	51	54	57	59	62	64	67	69	72
30	74	77	79	82	84	86	89	91	94	96
40	99	101	104	106	109	111	114	116	119	121
50	124	126	128	131	133	136	138	141	143	146

Salzsäure

x ml Salzsäure D₂₀ 1,184 37% in
y ml Salzsäure D₂₀ 1,042 ... 1,05 ca. 10%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	4,2	8,4	12,6	16,8	21	25,2	29,4	33,6	37,8
10	42	46	50	55	59	63	67	71	76	80
20	84	88	92	97	101	105	109	113	118	122
30	126	130	134	139	143	147	151	155	160	164
40	168	172	176	181	185	189	193	197	202	206
50	210	214	218	223	227	231	235	239	244	248

Beispiele:

- 1) 12 ml Ammoniaklösung D₂₀ 0,91 \cong 30 ml Ammoniaklösung D₂₀ 0,958
- 2) 23 ml Salzsäure D₂₀ 1,184 \cong 97 ml Salzsäure D₂₀ 1,042 ... 1,05
- 3) 1,5 ml Salzsäure D₂₀ 1,184 \cong 6,3 ml Salzsäure D₂₀ 1,042 ... 1,05

Schwefelsäure

x ml Schwefelsäure D₂₀ 1,84 in
y ml Schwefelsäure D₂₀ 1,28

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	3,8	7,6	11,4	15,2	19	22,8	26,6	30,4	34,2
10	38	42	46	49	53	57	61	65	68	72
20	76	80	84	87	91	95	100	103	106	110
30	114	118	122	125	129	133	137	141	144	148
40	152	156	160	163	167	171	175	179	182	186
50	190	194	198	201	205	209	213	217	220	224

Beispiele:

- 1) 18 ml Schwefelsäure D₂₀ 1,84 \cong 68 ml Schwefelsäure D₂₀ 1,28
- 2) 2,5 ml Schwefelsäure D₂₀ 1,84 \cong 9,5 ml Schwefelsäure D₂₀ 1,28

17. Sachwortverzeichnis

- Abschwächer 90 ff.
 - Nomenklatur 90
- (nach Rezepten)
 - A-1 92 f.
 - A-2 96
 - Agfa 702 98
 - Agfa 707 91
 - Bürkli 97 f.
 - Du Pont 3-R 97
 - Du Pont 5-R 91
 - Farmer 91, 93
 - Kodak R-4b 92 f.
 - Kodak R-7 94
 - Kodak R-9 92, 94
 - Lumière und Seyewitz 98
 - Namias 93
 - Orwo 700 93
 - Orwo 700a 93
 - Orwo 704 94
 - Orwo 708 90
 - Stenger und Heller 96
- (nach Substanzen)
 - Ammonium Eisen(III)-sulfat 94
 - Ammoniumperoxodisulfat 96 f.
 - Chinon 98
 - Eisen(III)-chlorid 92
 - Kaliumdichromat 94
 - Kaliumhexacyanoferrat(III) 93
 - Kaliumpermanganat 90 f., 98
 - Natriumhypochlorit-Lösung 96
- (nach Typen)
 - proportional 92
 - subproportional 91
 - subtraktiv 90
 - superproportional 94, 96, 99
- Verlängerung der Haltbarkeit 91 f.
- Aktivator DO-2 51
- Ammoniumthiosulfat-Fixierbad 62, 64
- Ausgleichsentwicklung von Positivfilm 18
- Ausgleichs-Feinkornentwickler 14
- Ausgleichs-Feinstkornentwickler 14
 - Rezept für– 21
- Auswässerungsgrad von Papieren 114
- Belichtung, zweite, diffuse 81 ff., 87 ff.
- Belitski-Abschwächer 92
- Benzochinon s. Chinon
- Blau-Entwicklung 100
- Blau-Tönung 90, 107
 - von Dias 107
 - von Papieren 107
 - zur Abschwächung 90
- Bleichen des Silberbildes 77
- Bleichbäder (nach Rezepten)
 - Anso 221 79, 106
 - B-1 79, 99, 106
 - B-2 79, 99
 - B-3 79, 94
 - B-4 99
 - Du Pont 4a-T 79, 106
 - Du Pont 2-R 95
 - Eder 79 f.
 - Eder 1 79
 - Eder 2 79, 106
 - Eder 3 79
 - Ferrania V 31 79
 - Gevaert 80
 - Ilford 79
 - Ilford In-3 79, 102
 - Ilford IT-1 79, 106
 - Kodak T-7a 79
 - Lloyd 78, 80, 99
 - Lumière 80
 - Orwo 500 79
 - Orwo 501 79, 106
 - Orwo 502 79
 - Orwo 503 79
 - Orwo 710 79, 95, 99
 - Orwo 830 79
 - Orwocolor C 55 99 f., 106
- für Schwefeltonung 78
- zur Umentwicklung 78, 102
- zur Umkehrentwicklung 77
- – (nach Rezepten)
 - Ferrania V 31 79
 - Gevaert 80
 - Orwo 830 79
- Verwendung 77
- Zusammensetzung 77
- Bürkli-Abschwächer 97 f.
- Chinon-Abschwächer 98 f.
- Chinon-Bleichbäder 80
- Chloraminbad 47
- Chromverstärkung 101
- Chromogene Entwicklung 100
- Desensibilisator 59 f.
- Desensibilisierung 59
 - Anentwickler S-1 für - 60
- Dokumentenfilme, Entwickler für - 34

- Dosenentwicklung, rationelle 9
- Duplikat-Negative 69, 85
- Durchsichts-Grauskala 17, 114
- Eisenblau-Tönung 107
- Empfindlichkeitsausnutzung, Entwickler für maximale - 38
- Entwickler,
 - alkalifreie 40
 - konfektionierte:
 - Orwo A 37 10, 45, 47, 76
 - Orwo A 49 14 ff., 29, 85 f., 94, 99, 104, 111
 - Orwo A 71 12 f., 19, 25 ff., 32, 36 f., 42, 51 f., 54, 56 ff., 86 f.
 - Orwo A 87 22 ff., 66
 - Orwo A 829 84
 - Orwo B 104 31, 50 f.
 - Orwo E 102 31
 - Orwo F 199 54 f., 88
 - Orwo M-H 28 31, 57
 - Orwo N 113 10, 29 ff., 37, 39, 43, 59 f., 66 ff., 112
 - Orwo R 09 14 ff., 42, 95 f., 98 f.
 - Verlängerung der Haltbarkeit 19
 - Mehrfachansätze für - 41 ff.
 - Prüfen der - 110
 - Wahl des -s 11
 - Entwickler-Rezepte
 - Anso 90 32
 - Anso 125 39
 - Anso-Schnellentwickler 46
 - D-1 50
 - D-2 51
 - D-4 51
 - D-8 52 f.
 - Du Pont 8-D 46
 - Du Pont 9-D 34 f.
 - Du Pont 30-D 36 f.
 - Du Pont 56-D 39
 - Du Pont 82-D 35 f.
 - Du Pont 104-D 31 f.
 - Ferrania R-20 39
 - Ferrania R-32 86
 - Gevaert G. 203 35 f.
 - Gevaert G. 206 31 f.
 - Gevaert G. 215 31
 - Gevaert G. 220 33 f.
 - Gevaert G. 253 39
 - Ilford ID-11 31 f.
 - Ilford ID-14 34 f.
 - Ilford ID-15 31
 - Kodak D-19 36 f.
 - Kodak D-23 31
 - Kodak D-82 38
 - Orwo 8 31
 - Orwo 20 34 f.
 - Orwo 22 34 f.
 - Orwo 22 mod 86
 - Orwo 30 36
 - Orwo 35 49
 - Orwo 40 36
 - Orwo 44 31 f.
 - Orwo 50 34 f.
 - Orwo 61 36
 - Orwo 70 33
 - Orwo 71 32
 - Orwo 72 32 f.
 - Orwo 73 32 f.
 - Orwo 74 32
 - Orwo 100 39
 - Orwo 105 39
 - Orwo 115 40
 - Orwo 125 40
 - Orwo 126 40
 - Orwo 130 39
 - Orwo 131 39
 - Orwo 826 84
 - Orwo 841 85
 - Orwo A 71 mod 57, 86
 - Orwo N 113 mod 88
 - P-1 40
 - P-2 39
 - P-3 40
 - S-2 42 f.
 - S-21 42 f.
 - S-22 42 f.
 - S 23 42 f.
 - S-24 42 f.
 - S-25 42 f.
 - S-26 43
 - S-27 43
 - S-28 43
 - Staude 53
 - Windisch W 665 21
- nach Verwendungszweck:
 - Ausgleich hoher Objektkontraste 31
 - Ausgleichs-Fein(st)kornentwicklung 14, 31
 - Dokumenten- und Positivfilme 34
 - maximale Empfindlichkeitsausnutzung 38
 - Negativentwicklung, kräftig arbeitend 36
 - Papierentwicklung 29, 32, 39 f.
 - Reproduktionen 32
 - Sachaufnahmen 32
 - Schnellentwicklung 45 ff.
 - Umentwicklung 95
 - Umkehrentwicklung 83
- Entwicklung,
 - chromogene 101

- in getrennten Lösungen 49
- Entwicklungsfehler bei Orwo DK 5 27
- Entwicklungsvermögen und pH-Wert 41
- Entwicklungszeit-Temperatur-Diagramme
 - Orwo A 49 20
 - Orwo A 71 26
 - Orwo A 87 23
 - Orwo R 09 (1+40) 20
 - Orwo R 09 (1+100) 20
- Farbentwicklung von SW-Filmen 100
- Farbkuppler-Lösung 100
- Farbstoff-Lösung 107
- Farbtafeln
 - Prüfen mit-
 - Kombinations- 72, 117
 - Orwo Nr. 7 66, 117
 - Orwo Nr. 7a 117 f.
 - Orwo-Stufenfarbentafel Nr. 2 10, 72, 117
- Farbwiedergabe
 - des Orwo UP 15 84
 - Prüfen der- 117 f.
- Farmerscher Abschwächer 91
 - Original-Rezept 91
 - Rezepte 93
 - Verlängerung der Haltbarkeit 91
- Filtrieren 114
- Filtrierpapier 114
- Fixierbad
 - Klärzeit 63 f.
 - Konzentration 63 f.
 - Prüfung 112
 - pH-Werte 113
- Fixierbäder,
 - konfektionierte: 63 f.
- (nach Rezepten)
 - Ansco 204 74
 - Ansco 39
 - Ansco-Härtesschnellfixierbad 46
 - F-2 48
 - Foton 74
 - Kodak F-7 75
 - Kodak F-10 74
 - Kodak F-16 75
 - Kodak F-25 74
 - Orwo 306 75
- (nach Typen)
 - Härtefixierbad 74
 - Härte-Schnellfixierbad 46, 75
 - Schnellfixierbad 48
- Fixieren, rationelles 63
- Fixierentwickler
 - (konfektionierte)
 - Orwo F 199 54 f., 88 f.
- (nach Rezepten)
 - Keelan 57 f.
 - Orwo A 71 mod 57
- Fixierentwicklung 54 ff.
- Gamma
 - Berechnung 115
 - Definition 115
- Gamma-Zeit-Kurven für
 - Orwo DK 5 entw. in
 - Orwo A 71 27
 - Orwo NP 15 entw. in
 - Kodak D-19 37
 - Orwo A 49 15
 - Orwo A 49 (1+1) 15
 - Orwo A 87 (1+4) 24
 - Orwo R 09 (1+100) 15
 - Orwo NP 20 entw. in
 - Windisch W 665 21
 - Orwo PF 2 entw. in
 - Orwo R 09 (1+100) 19
- Gelatine-Färbung 107
- Gerbung s. Härtung
- Gradationsbeugung 30
- Gradationskurven
 - Orwo DK 5 entw. in
 - D-4 52
 - Orwo A 49 17
 - Orwo A 71 27, 52
 - Orwo A 87 (1+4) 25
 - Orwo R 09 (1+40) 17
 - S-22 44
 - S-23 44
 - S-24 44
 - Orwo FP 1 entw. in
 - Orwo A 71 37
 - Orwo FU 2 entw. in
 - Orwo A 71 28
 - Orwo FU 5 entw. in
 - Orwo A 71 28
 - D-4 52
 - Orwo NP 15 entw. in
 - D-1 50
 - D-8 52
 - Kodak D-19 37
 - Orwo A 49 16
 - Orwo A 49 (1+1) 16
 - Orwo A 87 (1+4) 25
 - Orwo R 09 (1+100) 16
 - S-22 44
 - S-23 44
 - S-24 44
 - Orwo NP 20 entw. in
 - Kodak D-19 37
 - S-22 44

- Windisch W 665 22
- Orwo PF 2 entw. in
 - D-1 50
 - Orwo A 49 18
 - Orwo A 71 29
 - Orwo A 87 (1+4) 25
 - Orwo R 09 (1+40) 18
 - Orwo R 09 (1+100) 19
 - Orwo 20 35
 - Orwo 22 35
 - Orwo 73 33
 - S-22 44
 - S-23 44
 - S-24 44
 - S-28 44
- bei Fixierentwicklung von
 - Orwo DK 5 in
 - Orwo A 71 mod 56
 - Orwo F 199 55
 - Orwo NP 15 in
 - Keelan 56
 - Orwo A71 mod 56
 - Orwo F 199 55
 - Orwo PF 2 in
 - Keelan 56
 - Orwo A 71 mod 56
 - Orwo F 199 55
- bei Umkehrentwicklung von
 - Orwo NP 15 in
 - Ferrania R 32 85
 - Orwo A 71 mod 85
 - Orwo A 4105 85
 - Orwo 22 85
 - Orwo PF 2 in
 - Ferrania R 32 87
 - Orwo UP 15 in
 - Orwo A 4105 84
- Gradationsmessung 114
- Graufeln 10, 17, 66, 111, 114, 117 f.
- g-Wert 50, 116
- Härtebad
 - nach dem Fixieren 75
- (nach Rezepten)
 - Agfa 412 76
 - Du Pont 2-S 73 f.
 - H-1 76
 - Kodak SB-4 73 f.
 - Kodak SH-1 76
 - Orwo 400 76
 - Orwo 401 76
 - Orwo 405 75 f.
 - Orwo 407 75 f.
- (nach Substanzen)
 - Formalin 76
- Kaliumaluminiumsulfat 75 f.
- Kaliumchrom(III)-sulfat 75 f.
- Härtefixierbad (nach Rezepten)
 - Anso 204 74
 - Anso-Schnell- 46
 - Foton 74
 - Kodak F-7 75
 - Kodak F-10 74
 - Kodak F-16 75
 - Kodak F-25 74
 - Orwo 306 75
- Härten der Schicht
 - nach dem Fixieren 75 f.
 - vor dem Fixieren 73
 - während des Fixierens 73
- Härteschnellfixierbad 46, 75
- Härteunterbrecherbad 73 f.
- (Rezepte)
 - Du Pont 2-S 74
 - Kodak SB-4 74
- Härtevorsatzlösung 74
- Härtezusatz
 - Orwo A 302 73 f.
 - Kodak F-5a 74
- Holokopie 99
- Indikatoren 109
- Umschlagbereiche 109
- Indikatorgemische 110
- Indikatorpapiere 110
- Kaliumjodid-Test 113
- Kaliumpermanganat-Lösung
 - nach Kodak HT-1a 114
- Klärbäder (nach Rezepten)
 - Du Pont 80
 - Ferrania V 32 80
 - Ilford 80
 - Orwo 831 80
- Klären von Dias 90 f.
- Klärzeit 63 f.
- Kontaktthermometer 116
- Kontrastminderung
 - durch Abschwächung 90, 92, 94
 - durch chromogene Entwicklung 100
 - durch Tonung 99 f.
- Kupfer-Tonung 106
- Kupfer-Verstärker 99 f., 102 ff.
- (Rezepte)
 - Eder 103
 - V-2 103
 - V-3 103
 - V-4 103
- zum Tonen 106
- Luftbild-Entwickler 36

- Maximum-Energie-Entwickler 38
- Messen und Prüfen 108 ff.
 - der Gradation 114
 - des pH-Wertes 108
- Metallsalz-Tonung 106
- Misch-Indikator für $\text{pH} = 7,0$ 110
- Negativ, Beurteilung des -s 37 f.
- Nickel-Tonung (rot) 107
- Papier-Entwickler 39
- pH-Wert
 - Abhängigkeit des Entwicklungsvermögens vom — 41
- fotografischer Bäder 75, 109, 112
- Planfilm-Entwicklung, rationelle 10
- Porträt-Entwickler 39
- Positivfilme, Entwickler für — 34
- Prüfen der Bäder 110 ff.
- Prüflösungen
 - mit Kaliumjodid 113
 - mit Kaliumpermanganat 114
- Rationalisierung 9 ff.
- Repro-Entwickler 32 ff.
- Repro-Meßtafeln s. Grautafeln
- Restbild 91
- Schnellentwickler 46 f.
- Schnellentwicklung 45 ff., 48
- Schnelltrocknung 46
- Schwärzungsbad bei Umkehrentwicklung 89
- Schwefeltonung, indirekte 105
- Selenverstärker 103 f.
 - zum Tönen 107
- Standardisierung 10
- Stufenkeil 83, 111, 114 f.
- Stuphanpapier 110
- Temperaturkonstanzhaltung 116
- Tönen des Silberbildes 105
 - (Verfahren)
 - Indirekte Schwefeltonung 105
 - Metallsalztönung 107
 - (Rezepte)
 - Eder (Eisenblautönung) 107
 - Nickeltonung (rot) 107
 - Orwo 520 106
 - Orwo 525 106
 - T-1 106
- Tonung
 - Eisenblau- 107
 - Nickel- 107
 - Schwefel- 106
- Trocknung bei Schnellverarbeitung 46
- Umentwicklung zur Verstärkung 102
- Umkehrentwicklung 81
 - Ermittlung technologischer Daten 82
 - mit chromogener Zweitentwicklung 100
 - von Halbtonbildern 83
 - von Strichreproduktionen 87
- Umkehrentwicklungssatz Orwo A 4105 83, 86
- Unterbrechen
 - der Entwicklung 61
 - der Schnellentwicklung 45, 47
- Unterbrecherbad
 - für höhere Temperaturen 62
 - härtendes- 74
- pH-Wert 112
- Prüfung 112
- (Rezepte)
 - Du Pont 2-S 74
 - Kodak SB-4 74
 - Kodak SB-5 62
 - Orwo 201 62
 - Orwo 202 62
 - Orwo 203 62
 - saures 62
 - saures, nicht quellendes 73
 - stark saures 62
- Verstärken des Silberbildes 101
 - (nach Methoden)
 - optische Verstärkung 102
 - Umentwicklung 102
 - (Rezepte)
 - Eder 103
 - V-2 103
 - V-3 103
 - V-4 103
 - V-5 103
- Voiumina, kleine 108
- Wägen kleiner Substanzmengen 108
- Wasser
 - Härtegrad 113
 - pH-Wert 114
 - Prüfung 113
- Wässerung, Abkürzung der 47
- Zweibad-Abschwächer 92
- Zweibad-Entwickler (Rezepte)
 - D-1 50
 - D-2 51
 - D-4 51
 - D-8 53
 - Orwo 35 49
 - Staude 52 f.
- Zweibad-Entwicklung 49 ff.
- Zweischalen-Entwicklung 13, 49
 - bei Desensibilisierung 59
- Zweitbelichtung 81 ff., 87 ff.

